

AUS DEM LEHRSTUHL FÜR UNFALLCHIRURGIE
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
PROF. DR. MICHAEL NERLICH

AKTUELLE NACHBEHANDLUNGSKONZEPTE FÜR SPRUNGGELENKS- UND
RÜCKFUSSVERLETZUNGEN

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Fabian Burckhardt

2017

AUS DEM LEHRSTUHL FÜR UNFALLCHIRURGIE
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
PROF. DR. MICHAEL NERLICH

AKTUELLE NACHBEHANDLUNGSKONZEPTE FÜR SPRUNGGELENKS- UND
RÜCKFUSSVERLETZUNGEN

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Fabian Burckhardt

2017

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Dekan: | Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert |
| 1. Berichterstatter: | PD Dr. Werner Krutsch |
| 2. Berichterstatter: | PD Dr. Matthias Hornung |
| Tag der mündlichen Prüfung: | 16.03. 2018 |

Inhalt

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Zusammenfassung | 6 |
| 1.1 | Einleitung | 6 |
| 1.2 | Material und Methoden..... | 6 |
| 1.3 | Ergebnisse | 6 |
| 1.3.1 | Achillessehnenverletzungen..... | 6 |
| 1.3.2 | Sprunggelenksluxationsfrakturen und Calcaneusfrakturen | 7 |
| 1.4 | Fazit | 7 |
| 2 | Summary | 8 |
| 2.1 | Introduction | 8 |
| 2.2 | Methods | 8 |
| 2.3 | Results | 9 |
| 2.3.1 | Achilles tendon ruptures..... | 9 |
| 2.3.2 | Ankle fractures and calcaneal fractures | 9 |
| 2.4 | Conclusion | 9 |
| 3 | Einleitung..... | 11 |
| 3.1 | Achillessehnenverletzungen..... | 11 |
| 3.2 | Calcaneusfrakturen und Sprunggelenksluxationsfrakturen | 13 |
| 3.3 | Fragestellung..... | 15 |
| 4 | Material und Methoden..... | 17 |
| 4.1 | Studiendesign..... | 17 |
| 4.2 | Aufbau der analysierten Nachbehandlungskonzepte | 17 |
| 4.3 | Module der Nachbehandlung | 21 |
| 4.3.1 | Wahl der Orthese | 21 |
| 4.3.2 | Belastung | 23 |
| 4.3.3 | Bewegungsausmaß | 24 |
| 4.3.4 | Physiotherapieempfehlung..... | 25 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3.5 | Sohlenzusatz..... | 25 |
| 4.4 | Thematische Gruppierung der Nachbehandlungsrichtlinien | 25 |
| 4.5 | Erfassung der Daten | 27 |
| 4.6 | Statistik..... | 29 |
| 5 | Ergebnisse | 30 |
| 5.1 | Studienpopulation..... | 30 |
| 5.2 | Achillessehnenverletzungen..... | 31 |
| 5.2.1 | Verfügbarkeit der Protokolle..... | 31 |
| 5.2.2 | Wahl der Orthese | 31 |
| 5.2.3 | Tragdauer der Orthese..... | 32 |
| 5.2.4 | Belastung | 33 |
| 5.2.5 | Bewegungsausmaß | 35 |
| 5.2.6 | Physiotherapie | 38 |
| 5.3 | Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber A..... | 40 |
| 5.3.1 | Verfügbarkeit der Protokolle..... | 40 |
| 5.3.2 | Wahl der Orthese | 40 |
| 5.3.3 | Tragdauer der Orthese..... | 41 |
| 5.3.4 | Belastung | 42 |
| 5.3.5 | Bewegungsausmaß | 44 |
| 5.3.6 | Physiotherapie | 45 |
| 5.4 | Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber B..... | 47 |
| 5.4.1 | Verfügbarkeit der Protokolle..... | 47 |
| 5.4.2 | Wahl der Orthese | 47 |
| 5.4.3 | Tragdauer der Orthese..... | 48 |
| 5.4.4 | Belastung | 49 |
| 5.4.5 | Bewegungsausmaß | 51 |
| 5.4.6 | Physiotherapie | 53 |
| 5.5 | Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber C | 55 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.5.1 | Verfügbarkeit der Protokolle..... | 55 |
| 5.5.2 | Wahl der Orthese | 55 |
| 5.5.3 | Tragdauer der Orthese..... | 56 |
| 5.5.4 | Belastung | 57 |
| 5.5.5 | Bewegungsausmaß | 59 |
| 5.5.6 | Physiotherapie | 61 |
| 5.6 | Calcaneusfrakturen | 64 |
| 5.6.1 | Verfügbarkeit der Protokolle..... | 64 |
| 5.6.2 | Wahl der Orthese | 64 |
| 5.6.3 | Tragdauer der Orthese..... | 65 |
| 5.6.4 | Belastung | 65 |
| 5.6.5 | Bewegungsausmaß | 67 |
| 5.6.6 | Physiotherapie | 68 |
| 6 | Diskussion | 70 |
| 6.1 | Achillessehnenverletzungen – Ist eine frühzeitige funktionelle Nachbehandlung Standard? | 70 |
| 6.2 | Sprunggelenksluxationsfrakturen und Calcaneusfrakturen – Gibt es einheitliche Empfehlungen? | 75 |
| 6.3 | Fazit | 79 |
| 6.4 | Limitationen | 80 |
| 7 | Literaturverzeichnis | 82 |
| 8 | Danksagung | 89 |
| 9 | Lebenslauf..... | 90 |
| 10 | Eidesstattliche Erklärung | 91 |

1 Zusammenfassung

1.1 Einleitung

Rupturen der Achillessehne sind die häufigsten Sehnenverletzungen der unteren Extremität. Rückfußfrakturen und Sprunggelenksluxationsfrakturen gehören analog dazu zu den 5 häufigsten Frakturen des Menschen. Neben der jeweils operativen oder konservativen Primärversorgung ist vor allem die Nachbehandlung der Patienten gerade in der Frühphase der Rehabilitation von großer Bedeutung für den Heilungsprozess und das langfristige Outcome. Aufgrund der Tatsache, dass fundierte Belege und Richtlinien für eine optimierte und frühzeitige Nachbehandlung in diesen Bereichen nur eingeschränkt für verfügbar sind, analysiert und vergleicht diese Studie aktuell vorliegende Nachbehandlungskonzepte für Achillessehnenverletzungen, Sprunggelenksluxationsfrakturen und Rückfußfrakturen.

1.2 Material und Methoden

Es wurden 213 schriftlich ausgearbeitete Nachbehandlungskonzepte von orthopädischen und unfallchirurgischen Einrichtungen retrospektiv verglichen. Diese Schemata wurden analysiert im Hinblick auf jeweilige Empfehlungen in den Bereichen Orthesen-Versorgung, Belastung, Bewegungsumfang und Physiotherapie. Alle Konzepte für operativ und konservativ versorgte Achillessehnenrupturen, für operativ und konservativ versorgte Sprunggelenksluxationsfrakturen und für operativ und konservativ versorgte Calcaneusfrakturen wurden eingeschlossen. Für die Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber B und vom Typ Weber C wurde zusätzlich eine operative Versorgung mit Einsatz einer Stellschraube als Ausdruck einer Syndesmosen-Versorgung eigens berücksichtigt. Es erfolgte eine deskriptive statistische Auswertung.

1.3 Ergebnisse

1.3.1 Achillessehnenverletzungen

Es konnten insgesamt 243 Konzepte für Achillessehnenverletzungen analysiert werden. Während ein Großteil der Konzepte mehrheitlich eine über die Zeit zunehmende Belastung und eine im Verlauf reduzierte Immobilisierung in

Spitzfußstellung vorsah, ließen sich deutliche Unterschiede zwischen einer operativen und konservativen Versorgung vor allem für die Dauer der fixierten Plantar-Flexion und somit der Freigabe der Beweglichkeit feststellen. Die Ergebnisse ließen allerdings keinen Schluss auf die Umsetzung einer frühzeitigen funktionellen Nachbehandlung oder einen klaren Goldstandard in der Frührehabilitation zu.

1.3.2 Sprunggelenksluxationsfrakturen und Calcaneusfrakturen

209 Nachbehandlungskonzepte für Sprunggelenksluxationsfrakturen und 142 Nachbehandlungskonzepte für Calcaneusfrakturen konnten analysiert werden. Während zwar ein Großteil der Protokolle für diese Verletzungsgruppen für eine konservative und operative Primärversorgung übereinstimmend eine Tendenz zu einer anfänglichen Teilbelastung hin zu einer Vollbelastung im Verlauf empfahl, waren die Empfehlungen für die Belastung zu unterschiedlich, um auf einen Standard schließen zu können. Für die Freigabe der Beweglichkeit ließ sich allerdings für eine konservative und operative Primärversorgung übereinstimmend ein klarer Trend von einer Immobilisierung hin zu einer Freigabe der Beweglichkeit festhalten. Es konnte zudem gezeigt werden, dass für die mit einer Stellschraube versorgten Sprunggelenksluxationsfrakturen sowohl die Freigabe der Belastung als auch die Freigabe der Beweglichkeit im Sinne eines Schutzes der Syndesmosen-Versorgung wesentlich restriktiver erfolgte.

1.4 Fazit

Diese Studie zeigt, dass sich die Nachbehandlungskonzepte für Achillessehnenrupturen deutschlandweit in einigen Punkten noch deutlich unterscheiden und es somit keinen deutlich erkennbaren Standard oder klaren Konsens hinsichtlich einer frühen funktionellen Nachbehandlung gibt. Für Sprunggelenksluxationsfrakturen und Rückfußfrakturen lässt sich festhalten, dass zwar im Bereich der Freigabe der Beweglichkeit ein in weiten Teilen übereinstimmender Trend festzustellen ist und die mit einer Stellschraube versorgten Sprunggelenksluxationsfrakturen wesentlich restriktiver nachbehandelt werden. Jedoch fehlt vor allem für die Entwicklung der Belastung ein klarer Konsens und in einigen Punkten finden sich noch deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen

Einrichtungen. Um die Patientenversorgung und die Frühphase der Rehabilitation in den Bereichen der Achillessehnenrupturen, Sprunggelenksluxationsfrakturen und Rückfußfrakturen auch anhand eines zur Orientierung wichtigen jeweiligen Standards weiter zu optimieren, werden noch weiterführende klinische als auch biomechanische Studien benötigt. Diese Arbeit kann als Basis für entsprechende prospektive randomisierte kontrollierte Studien dienen.

2 Summary

2.1 Introduction

Ruptures of the Achilles tendon are the most common tendon injuries of the lower extremities. Accordingly, ankle fractures and calcaneal fractures are among the 5 most common human fractures. Besides initial operative or non-operative treatment, rehabilitation of patients especially in the early rehabilitation stage is of great importance for the healing process and the long term functional outcome. Due to a limited availability of evidence regarding respective rehabilitation protocols, this study aims at analyzing and comparing current rehabilitation protocols for Achilles tendon ruptures, ankle fractures and calcaneal fractures.

2.2 Methods

A retrospective analysis on 213 written rehabilitation protocols provided by orthopedic and trauma surgery institutions was performed with regard to respective recommendations for choice of orthosis, weight bearing, range of motion and physiotherapy. All concepts for operative or non-operative treatment of Achilles tendon rupture, for operative or non-operative treatment of ankle fractures and for operative or non-operative treatment of calcaneal fractures were included. Regarding ankle fractures type A and type B, operative treatment with stabilization of the syndesmosis was additionally included. Descriptive statistical analysis was carried out.

2.3 Results

2.3.1 Achilles tendon ruptures

Altogether 243 rehabilitation protocols for Achilles tendon ruptures were analyzed. Whereas the majority consistently recommended an increase in weight bearing over time and a decrease in immobilization in equines position in the course of the rehabilitation, a variety of differing recommendations could be found for operative and non-operative treatment regarding the duration of immobilization and the time of introduction of a free range of motion. The results did not confirm a consistent implementation of an early functional rehabilitation or a distinct consensus within rehabilitation protocols.

2.3.2 Ankle fractures and calcaneal fractures

Overall 209 rehabilitation protocols for ankle fractures and 142 rehabilitation protocols for calcaneal fractures were analyzed. On the one hand, a large share of protocols for these injuries recommended a trend towards initial partial weight bearing and a full weight bearing in the course of rehabilitation for an operative and non-operative treatment. On the other hand, respective recommendations still differed to some degree between institutions and as a consequence a clear standard could not be derived. Regarding range of motion, a more consistent trend from an initial immobilization towards a free range of motion in the course could be identified for operative as well as for non-operative treatment. The findings additionally showed an overall more restrictive approach regarding weight bearing and range of motion for an operative treatment of ankle fractures with stabilization of the syndesmosis.

2.4 Conclusion

This study shows that there exists a huge variability regarding rehabilitation protocols for Achilles tendon ruptures. As a consequence, neither a distinct rehabilitation standard, nor a clear consensus towards an early functional rehabilitation could be identified. In terms of ankle fractures and calcaneal fractures, the findings indicate quite consistent recommendations regarding range of motion and an overall more restrictive approach for operative treatment including a stabilization of the syndesmosis. Yet there is no distinct consensus in terms of weight bearing and

overall a wide range of different recommendations could still be found. To improve rehabilitation strategies - especially in the early stage of rehabilitation - and to implement a respective standard protocol, further clinical and biomedical studies will be needed. This study can act as a foundation for respective prospective randomized clinical studies.

3 Einleitung

3.1 Achillessehnenverletzungen

Verletzungen der Achillessehne gehören zu den häufigsten Verletzungen im Sport und anderen Bereichen des täglichen Lebens. Sie zeigen zudem die höchste Inzidenz unter allen Sehnenverletzungen der unteren Extremität, obwohl die Achillessehne der höchsten Zugbeanspruchung aller Sehnen des Körpers standhält (Lopes et al. 2012; Claessen et al. 2014; Maffulli et al. 2003; Weinreb et al. 2014). Vollständige Rupturen ebenso wie Teilrupturen entstehen oftmals begünstigt durch eine fortschreitende degenerative Schädigung (Riley 2004; Khan und Cook 2003). Diese degenerativen Veränderungen resultieren in einer verminderten Zugtragfähigkeit und führen somit zu einer Schwächung des gesamten Zusammenspiels aus Muskel und Sehne. In Folge dessen können sowohl Nichtkontaktverletzungen im Sinne einer akuten Belastung, als auch eine direkte Prellung oder Quetschung zu einem Riss der Achillessehne führen. Die Primärversorgung der Achillessehnenruptur kann operativ oder konservativ erfolgen, abhängig von Art und Lokalisation der Ruptur, von weiteren individuellen Patienteneigenschaften und der Einschätzung des behandelnden Arztes. Die Frage nach einer korrekten Indikationsstellung oder möglichen Überlegenheit einer operativen gegenüber einer konservativen Primärversorgung der Achillessehnenruptur wird nach wie vor widersprüchlich diskutiert (Nilsson-Helander et al. 2010; Jiang et al. 2012; Olsson et al. 2013). Dies lässt sich einmal darauf zurückführen, dass für die operative Versorgung einige verschiedene chirurgische Techniken und Methoden verfügbar sind und angewendet werden, was sich negativ auf eine transparente Vergleichbarkeit auswirkt. Zudem stehen auch für die konservative Versorgung unterschiedliche Strategien und Konzepte zur Verfügung, wodurch diese Diskussion nochmals erschwert wird (Jielile et al. 2016; Kangas et al. 2003).

Allerdings ist der Erfolg der operativen als auch der konservativen Versorgung jeweils abhängig von intensiven und akkurat ausgeführten Nachbehandlungskonzepten. Es konnte kürzlich in einem systematischen Review gezeigt werden, dass eine effektive Rehabilitation für ein positives Outcome wichtiger ist, als die primäre Entscheidung für eine operative oder konservative Therapie (Holm et al. 2015).

Zeitpunkt und Ausmaß der Belastung, Immobilisierung oder Freigabe der Beweglichkeit, sowie frühzeitig oder erst im späteren Verlauf implementierte physiotherapeutische Übungen beeinflussen nicht nur wesentliche Faktoren wie die Schwellung und den akuten sowie chronischen Schmerz, sondern haben ebenso Einfluss auf Wundinfektionen, Fehlverheilung und chronische Fehlfunktion. Speziell die Einführung einer frühzeitigen, funktionellen Nachbehandlung stellt einen sehr wichtigen Bereich der Behandlung der Achillessehnenverletzungen dar. Das spiegelt sich in der Tatsache wider, dass seit mehr als 25 Jahren diese frühzeitige funktionelle Nachbehandlung Gegenstand von Forschung und Diskussionen bleibt und in der Folge verschiedenste Ergebnisse über Vorteile und Nachteile derselben veröffentlicht wurden (Kangas et al. 2003; Rantanen et al. 1993; Mortensen et al. 1999; Porter und Shadbolt 2015).

Auch wenn der Begriff „frühzeitige funktionelle Nachbehandlung“ sehr häufig in der einschlägigen Literatur zu finden ist, ist eine Definition noch nicht einheitlich beschrieben (Jielile et al. 2016; Kangas et al. 2003; Young et al. 2014). Im Falle einer vollständigen Immobilisierung führt vor allem eine Atrophie des Musculus soleus zu einer Verkürzung der Achillessehne, was mit einem negativen Einfluss auf das klinische Outcome von Athleten ohne frühzeitige funktionelle Nachbehandlung verbunden ist (Haggmark und Eriksson 1979). Khan et al. beschreiben in einer Meta-Analyse signifikante Vorteile einer Nachbehandlung mit funktioneller Immobilisierung (Khan et al. 2005) nach operativ versorgten Achillessehnenverletzungen. Eine weitere Meta-Analyse von Mark-Christensen et al. (Mark-Christensen et al. 2016) zeigt eine Tendenz zu schnellerer Rückkehr zu Arbeit und Sport sowie eine erhöhte Patientenzufriedenheit nach frühzeitiger funktioneller Nachbehandlung, allerdings wurde die Qualität der Daten als niedrig eingestuft (sieben randomisierte, kontrollierte Studien). Weitere Studien legen eine Überlegenheit der funktionellen Nachbehandlung für jeweils spezifische Parameter nahe (Kangas et al. 2003; Jackson et al. 2013; Groetelaers et al. 2014) und andere Meta-Analysen bestätigen die Vorteile einer solchen funktionellen Rehabilitation in den Bereichen Sicherheit, Reruptur-Rate, Patientenzufriedenheit und schnellere funktionelle Genesung (Huang et al. 2015; McCormack und Bovard 2015). Ein aktueller Review von Brumann et al. rückte postoperative Nachbehandlung in den Fokus und sprach als Resultat sogar eine Empfehlung zur Belastung ohne Einschränkung direkt im Anschluss an die Operation aus (Brumann et al. 2014).

Systematische Reviews fassen darüber hinaus zwar eine Vielzahl an Studien zusammen, haben aber aufgrund der Unterschiede in der jeweiligen Behandlung und der jeweiligen Bestimmung des Outcomes nur eine geringe Aussagekraft. Neue Publikationen zu diesem Thema bestätigen die Notwendigkeit weiterführender Forschung auf diesem Gebiet (Brumann et al. 2014; Mark-Christensen et al. 2016). Es fehlen prospektive, randomisierte, kontrollierte Studien mit repräsentativen Patientenzahlen, vor allem für eine konservative Primärversorgung. Zudem bleibt unklar, ob die in der Literatur beschriebenen Protokolle der täglichen Routine der Patientenversorgung entsprechen (Brumann et al. 2014; Mark-Christensen et al. 2016). Besonders die Abläufe in nicht-forschenden Orthopädiezentren, die momentan einen Großteil der entsprechenden Behandlungen durchführen, bleiben oft unklar. Osarumwense et al. führten 2010 eine Umfrage unter orthopädischen Spezialisten in London und näherer Umgebung durch (Osarumwense et al. 2013). Sie zeigten, dass die meisten dieser Ärzte für eine konservative Therapie immobilisierende Gipsverbände nutzen (n=56), während sich nur sechs für eine funktionelle Orthese entschieden. Die durchschnittliche Zeit der Immobilisierung betrug 8-9 Wochen und die durchschnittliche Zeit bis hin zur Vollbelastung belief sich auf 6 Wochen. Auch das zeigt eine deutliche Diskrepanz zwischen der Empfehlung zur frühen funktionellen Rehabilitation in der gegenwärtigen Literatur und der tatsächlich durchgeführten Nachbehandlung durch Ärzte in Krankenhäusern und ambulanten Einrichtungen.

3.2 Calcaneusfrakturen und Sprunggelenksluxationsfrakturen

Neben den Achillessehnenverletzungen sind auch die Frakturen rund um das obere und untere Sprunggelenk häufig in der täglichen Routine anzutreffende Verletzungsbilder, wobei die Sprunggelenksluxationsfrakturen sogar die vierthäufigste Fraktur unter Erwachsenen darstellen (Court-Brown et al. 2012) und auch Calcaneusfrakturen häufig auftreten können. Calcaneusfrakturen werden in dieser Arbeit deshalb mit den Frakturen des oberen Sprunggelenks zusammen betrachtet, weil sie als Frakturen des Rückfußes durch den Kontakt zur Achillessehne auch mit der Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk kommunizieren und deshalb eine Einordnung in diesen Kontext sinnvoll ist.

Die Behandlung der Rückfuß- und Sprunggelenksluxationsfrakturen kann operativ oder konservativ erfolgen, jeweils abhängig von Frakturtyp, Frakturlokalisierung sowie individuellen Patienteneigenschaften und Risikofaktoren. Für die Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber B und vom Typ Weber C kann im Rahmen einer operativen Versorgung auch der Einsatz einer Stellschraube zur Versorgung einer Syndesmosenbeteiligung in Betracht gezogen werden. Richtlinien für die Primärversorgung der Frakturen im Fuß- und Sprunggelenksbereich werden von einigen nationalen und internationalen Organisationen zur Verfügung gestellt. Darunter finden sich unter anderen die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) und die American Foot and Ankle Society (AOFAS) (American Orthopaedic Foot and Ankle Society).

Es gilt vergleichbar mit den Achillessehnenverletzungen auch für die Calcaneus- und Sprunggelenksluxationsfrakturen, dass sowohl eine operative als auch eine konservative Primärversorgung von effizienten Nachbehandlungskonzepten abhängig ist, um möglichst gute bis exzellente Ergebnisse zu erzielen. Das lässt sich darauf zurückführen, dass Empfehlungen zu Belastung, Immobilisation oder ROM, sowie der Zeitpunkt des Beginns physiotherapeutischer Übungen auch für diesen Verletzungsbereich wesentliche Faktoren darstellen, die sowohl die Schwellung, das Risiko für Wundinfektionen, Schmerz und chronische Fehlfunktion, als auch die Pseudarthrose-Rate entscheidend beeinflussen. Jedoch gestaltet sich ähnlich der Achillessehnenverletzungen die Studienlage unzureichend und oft widersprüchlich, sodass die Frage nach der bestmöglichen Nachbehandlung Gegenstand aktueller Forschung und Diskussionen bleibt. Smeeing et al. beschreiben zum Beispiel in einer aktuellen Meta-Analyse eine signifikant frühere Rückkehr zu Sport und täglicher Aktivität für Nachbehandlungskonzepte, die funktionelle Sprunggelenksübungen nach der Frakturbehandlung beinhalten (Smeeing et al. 2015). Die Empfehlung zu einer frühzeitigen im Vergleich zu einer erst im späteren Verlauf erhöhten zulässigen Belastung zeigte im Gegensatz dazu in dieser Untersuchung keine signifikanten Vorteile. Allerdings beschreiben Black et al., dass eine frühzeitig erhöhte Belastung nach operativ primärversorgten Sprunggelenksluxationsfrakturen durchaus mit einem positiven Effekt auf das Outcome im Sinne einer verbesserten, frühzeitigeren Dorsal-Extension, kürzerer Zeitspanne bis zur Vollbelastung, frühzeitigerer Rückkehr zur Arbeit und einem kürzeren Krankenhausaufenthalt verbunden ist (Black et al. 2013).

Es wurde auch versucht in systematischen Reviews die Vielzahl an Studien über Nachbehandlungskonzepte in diesem Bereich zusammenzufassen. Jedoch reduzieren hierbei die unterschiedlichen Behandlungsstrategien und Outcomes der jeweiligen Studien die Aussagekraft (Lin et al. 2012). Es fehlen für Calcaneusfrakturen und Sprunggelenksluxationsfrakturen prospektive, randomisierte, kontrollierte Studien mit einer repräsentativen Patientenzahl und viele retrospektive Einschätzungen sind schwer vergleichbar. Das liegt vor allem daran, dass es für eine bestimmte Pathologie oft eine Vielzahl an anerkannten operativen sowie konservativen Behandlungsoptionen gibt, die schließlich eine transparente Vergleichbarkeit erschweren. Zudem spielen auch individuelle Patientenfaktoren wie die Knochenqualität, Systemerkrankungen und die Fähigkeit zu physischer Aktivität eine wichtige Rolle und erfordern unter Umständen angepasste, individuelle Nachbehandlungskonzepte. Darüber hinaus hat auch die Erwartungshaltung und Compliance der Patienten bezüglich der Nachbehandlungsprotokolle einen entscheidenden Einfluss auf eine erfolgreiche, effiziente Rehabilitation.

3.3 Fragestellung

Aufgrund des Fehlens einer klaren Definition des Begriffes „frühzeitige funktionelle Nachbehandlung“ und der unklaren Datenlage bezüglich einer solchen frühzeitigen funktionellen Nachbehandlung von sowohl operativ als auch konservativ versorgten Achillessehnenverletzungen in der Literatur, wurden in dieser Studie die aktuellen Nachbehandlungskonzepte einer großen Gruppe an orthopädischen und unfallchirurgischen Einrichtungen analysiert und verglichen. Somit wurde nicht nur ein vergleichender Überblick über die in der täglichen Routine verwendeten Nachbehandlungskonzepte geschaffen. Es wurde zudem die Frage untersucht, inwiefern die in der Literatur nahegelegten Strategien für Belastung und Beweglichkeit im Rahmen der frühen funktionellen Nachbehandlung der Achillessehnenverletzungen in den aktuellen Nachbehandlungskonzepten integriert sind und ob sich ein klarer Standard in der Nachbehandlung ableiten lässt. Des Weiteren wurde fokussiert untersucht, ob sich die Nachbehandlungskonzepte für eine jeweils operative oder konservative Primärversorgung unterscheiden.

Da auch für die Sprunggelenksluxationsfrakturen und Calcaneusfrakturen in der Literatur kein klarer Konsensus bezüglich der frühen Phase der Rehabilitation

vorhanden ist, wurde auch für diesen Bereich ein Überblick über aktuell von einer großen Gruppe an orthopädischen und unfallchirurgischen Einrichtungen in der täglichen Routine verwendeten Nachbehandlungskonzepte geschaffen. Dabei stand vor allem die Frage im Mittelpunkt, ob sich eine deutliche Übereinstimmung der Protokolle feststellen lässt, oder ob sich die widersprüchliche Datenlage auch in Unterschieden in der täglichen Routineversorgung widerspiegelt. Zudem wurde ein Fokus auf die Fragestellung gelegt, inwiefern sich die Nachbehandlungskonzepte jeweils für eine operative oder konservative Primärversorgung unterscheiden und ob sich der Einsatz einer Stellschraube als Ausdruck einer Syndesmosen-Versorgung im Rahmen der operativen Versorgung von Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber B und Weber C in den Nachbehandlungsprotokollen bemerkbar macht.

4 Material und Methoden

4.1 Studiendesign

Es wurden retrospektiv 213 schriftlich ausgearbeitete Nachbehandlungskonzepte orthopädisch-unfallchirurgischer Institutionen aus dem deutschsprachigen Raum ausgewertet. Diese Konzepte wurden von den jeweiligen Einrichtungen selbst erstellt und anonymisiert von der Firma OPED zur wissenschaftlichen Analyse der Frühphase der Rehabilitation zur Verfügung gestellt.

Berücksichtigt wurden alle Nachbehandlungskonzepte, die für das jeweilige Verletzungsbild ein vollständiges und wie im Folgenden aufgebautes Protokoll enthalten. Analysiert wurde für diese Verletzungsbilder die Frühphase der Rehabilitation auf Grundlage der vorliegenden Schemata. Beachtung fanden dabei die jeweiligen Empfehlungen für die Wahl einer Orthese, die Belastung der verletzten Extremität, die Immobilisierung, die Freigabe der Beweglichkeit, sowie die Empfehlung zur Physiotherapie. Untersucht wurde als Ausdruck der Frühphase der Rehabilitation jeweils ein Zeitraum von 6-8 Wochen nach der primären Versorgung der Verletzung. Die Untersuchung umfasst Nachbehandlungskonzepte für Achillessehnenverletzungen, Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber A-C (im Folgenden für Tabellen und Abbildungen abgekürzt durch Weber A-C) und Calcaneusfrakturen. Es erfolgte eine deskriptive und wo sinnvoll eine statistische Auswertung.

4.2 Aufbau der analysierten Nachbehandlungskonzepte

Ein Nachbehandlungskonzept beinhaltet die Darstellung detaillierter Informationen über die verschiedenen Module der Nachbehandlung einer bestimmten Verletzung im zeitlichen Verlauf. Darunter fallen Richtlinien zur Wahl einer entsprechenden Orthese, zum Grad der Belastung der verletzten Struktur, zur Immobilisierung oder Freigabe der Beweglichkeit des entsprechenden Gelenkes und zu unterstützender Physiotherapie. Diese Informationen werden zur besseren Veranschaulichung und Verständlichkeit für den Patienten tabellarisch in Wochenabschnitten angeordnet und zudem farblich codiert (Abbildung 2). Jede Einrichtung verfügt über ihren eigenen Bogen an Nachbehandlungskonzepten. Der Kopfzeile ist die jeweilige Einrichtung und gegebenen Falles die für das Protokoll verantwortlichen Mitarbeiter zu

entnehmen. Auf der senkrechten Achse werden die verschiedenen Verletzungen aufgeführt, für die diese Einrichtung über ein entsprechendes Konzept verfügt. Falls angebracht, erfolgt hier noch eine Unterscheidung zwischen einer operativen oder konservativen Primärversorgung der Verletzung, bzw. erfolgt eine Aufschlüsselung nach unterschiedlichen Methoden der operativen Primärversorgung (z.B. kann gegebenen Falles zwischen einem Konzept für eine operative Versorgung einer Sprunggelenksluxationsfraktur vom Typ Weber C mit oder ohne Einsatz einer Stellschraube unterschieden werden).

Die Anzahl der in das Schema integrierten Verletzungen und somit der Umfang der Nachbehandlungsübersicht unterscheidet sich also je nach Leistungsangebot der Institution. Zudem wird die senkrechte Achse noch nach empfohlener Orthese untergliedert und verfügt über ein Kästchen, durch das die für den jeweiligen Patienten relevante Verletzung markiert werden kann (Abbildung 1).

| | |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Achillessehne konservativ |
| VACO[®] by OPED ankle | |
| <input type="checkbox"/> | OSG Bandverletzung |
| <input type="checkbox"/> | Weber A |
| VACO[®] by OPED pedes | |
| <input type="checkbox"/> | Metatarsale Frakturen |

Abbildung 1: Exemplarischer Ausschnitt der senkrechten Achse eines Nachbehandlungsbogens (mit freundlicher Genehmigung der Firma OPED®)

Die waagrechte Achse entspricht dem zeitlichen Verlauf der Nachbehandlung, kann also als Zeitstrahl angesehen werden. Sie beginnt mit dem ersten postoperativen Tag, bzw. bei konservativer Behandlung mit dem ersten Tag nach der Verletzung. Der erfasste Zeitraum der Frührehabilitation erstreckt sich je nach Verletzung über 6-8 Wochen und ist in Abschnitte von jeweils genau einer Woche (w) unterteilt, so dass jedes Feld der gleichen Zeitspanne entspricht (Abbildung 2).













| Behandlungswoche | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------|---|---|--|---|---|---|
| Weber B operativ |  |  |  |  |  |  |
| Weber B konservativ |  |  |  |  |  |  |

Abbildung 2: Exemplarischer Ausschnitt der waagrechten Achse eines Nachbehandlungsbogens (mit freundlicher Genehmigung der Firma OPED®)

Ergänzt wird der Übersichtsbogen durch eine am unteren Seitenrand angeführte Legende, in der die farbliche Kodierung der Belastung und die jeweilig genutzten Darstellungen für Immobilisierung, Bewegungsausmaß, Physiotherapie und gegebenen Falles Einsatz einer Fersenerhöhungssohle dargestellt sind (Abbildung 3).

| | | | | | | | | |
|---------|---|--------------------------|---|--|--|----------------|---|--------------|
| Phase 1 |  | Entlastung/Sohlenkontakt |  | Beweglichkeit Freigabe OSG mit ROM-Adapter (dorsal und ventral) |  | Physiotherapie |  | Achill-Sohle |
| Phase 2 |  | Teilbelastung |  | Immobilisierung mit 0°, 15° oder 30° Fix-Adapter (dorsal und ventral) |  | VACOankle | | |
| Phase 3 |  | Vollbelastung | | | | | | |

Abbildung 3: Exemplarischer Ausschnitt aus der Legende eines Nachbehandlungsbogens (mit freundlicher Genehmigung der Firma OPED®)

Ein einzelnes Feld umfasst also grundsätzlich die farblich kodierte Angabe zur Belastung, die durch ein Zeichen abgebildete Angabe zur Immobilisierung oder ROM und zur Empfehlung zur Physiotherapie, jeweils für eine bestimmte Woche des Nachbehandlungsverlaufes. Ergänzend können einzelne Felder auch noch mit Textkommentaren versehen sein.

4.3 Module der Nachbehandlung

4.3.1 Wahl der Orthese

Berücksichtigt werden in den vorliegenden Konzepten vier verschiedene Orthesen der Firma OPED®, die stellvertretend für entsprechende Orthesen im Allgemeinen stehen. Den Nachbehandlungskonzepten ist jeweils zu entnehmen, welche Orthese für die entsprechende Verletzung empfohlen wird.

Als gelenksübergreifende Orthese für Fuß- und Sprunggelenk kommt der VACOped® zum Einsatz. Er kann in 5°-Schritten von -15° Dorsal-Extension bis +30° Plantar-Flexion einstellbar immobilisierend oder unter Freigabe der Beweglichkeit als Gipsersatz zum Einsatz kommen (Abbildung 4).



Abbildung 4: VACOped® der Firma OPED®

Es besteht die Möglichkeit einen individuell freigegebenen Bewegungsumfang zu nutzen. Ermöglicht wird dies durch ein einstellbares Gelenk mit einer ROM-Einstellmöglichkeit ebenfalls in 5°-Schritten von -15° Dorsal-Extension bis +30° Plantar-Flexion (Abbildung 5).



Abbildung 5: VACOped® der Firma OPED® mit ROM

Der VACOped® Achill erweitert in Verbindung mit der Achill-Keilsohle den Einsatzbereich des VACOped® um die Möglichkeit, Achillessehnenverletzungen komfortabel in Spitzfußstellung zu versorgen (Abbildung 6).



Abbildung 6: VACOped® Achill der Firma OPED®

Mit dem VACOankle® ist zudem noch eine Orthese für den Bereich des oberen und unteren Sprunggelenks im Sinne einer selbstanpassenden Knöchelbandage mit aufgenommen, welche eine reine Antisupinationsorthese darstellt und somit immer eine volle Beweglichkeit ermöglicht (Abbildung 8).



Abbildung 7: VACOankle® der Firma OPED®

4.3.2 Belastung

Die Nachbehandlungskonzepte sehen insgesamt vier verschiedene Abstufungen der Belastungsphasen vor, die je nach Konzept unterschiedlich farblich kodiert sein können. Die jeweilige farbliche Entsprechung ist immer der Legende des Konzeptes am Seitenende zu entnehmen und gilt für den gesamten Bogen einer Einrichtung (Abbildung 4 und 5).

Die Einteilung erfolgt generell in vier Belastungsstufen: Die vollständige Entlastung, die Teilbelastung mit einer Maximalbelastung $\leq 20\text{kg}$ (entspricht einem Sohlenkontakt), die Belastung mit halbem Körpergewicht, bzw. die Teilbelastung mit einer Maximalbelastung $\geq 20\text{kg}$ bis hin zum halben Körpergewicht und letztendlich die uneingeschränkte Vollbelastung.

Dem Nachbehandlungskonzept kann also die empfohlene Belastung in Wochenschritten (w) entnommen werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Abstufung der Belastung:

| Entlastung | Teilbelastung/Sohlenkontakt | Belastung mit halbem Körpergewicht | Vollbelastung |
|-------------------|------------------------------------|---|----------------------|
| 0kg | ≤ 20kg | ≥ 20kg | Keine Einschränkung |

4.3.3 Bewegungsausmaß

Im Rahmen des Bewegungsausmaßes wird primär unterschieden zwischen einer Immobilisierung in einer gewissen Position und der Freigabe der Beweglichkeit in einem gewissen Umfang, welche dann als ROM bezeichnet wird. Aus technischer Sicht kann sowohl der Grad der Immobilisierung als auch die ROM durch einen Mechanismus direkt an der Orthese entsprechend der jeweiligen Empfehlung angepasst werden.

Im Falle einer Immobilisierung wird in den Konzepten angegeben, in welcher Grad-Zahl entsprechend der Neutral-Null-Methode das entsprechende Gelenk fixiert wird. Hierbei ist eine Abstufung in Schritten von 5° zwischen -15° Dorsal-Extension und +30° Plantar-Flexion für die Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk möglich (Abbildung 3).

Im Falle einer Freigabe der Beweglichkeit wird angegeben, zwischen welchen Grad-Zahlen entsprechend der Neutral-Null-Methode diese Beweglichkeit freigegeben sein soll (z.B. -10/+10), wobei hierbei die negativen Grad-Zahlen eine Dorsal-Extension und die positiven Grad-Zahlen eine Plantar-Flexion beschreiben. Somit wäre in diesem Beispiel also eine ROM zwischen 10° Dorsal-Extension und 10° Plantar-Flexion möglich. Zudem kann die Beweglichkeit auch ohne Einschränkung zwischen -15° Dorsal-Extension und +30° Plantar-Flexion freigegeben werden (Abbildung 3).

Dem Nachbehandlungskonzept kann also das empfohlene Bewegungsausmaß in Wochenschritten (w) entnommen werden.

4.3.4 Physiotherapieempfehlung

Ergänzend zur Versorgung mit einer Orthese sehen viele Nachbehandlungskonzepte auch eine physiotherapeutische Behandlung vor. Eine explizite Empfehlung zu Physiotherapie ist in dem entsprechenden Wochenfeld mit einem Symbol gekennzeichnet (Abbildung 3). Es bleibt anzumerken, dass über die Form, Dauer und Intensität der Physiotherapie keine Aussage gemacht werden kann.

Dem Nachbehandlungskonzept kann also die Empfehlung zu Physiotherapie in Wochenschritten (w) entnommen werden.

4.3.5 Sohlenzusatz

Im Rahmen der Nachbehandlung von Achillessehnenverletzungen, kann zudem eine Achill-Keilsohle in Verbindung mit einem VACOped® verwendet werden. Wenn ein Nachbehandlungskonzept dafür eine explizite Empfehlung vorsieht, ist das im entsprechenden Wochenfeld an einem Symbol abzulesen (Abbildung 3).

Dem Nachbehandlungskonzept kann also eine Empfehlung zu einem Sohlenzusatz in Wochenschritten (w) entnommen werden.

4.4 Thematische Gruppierung der Nachbehandlungsrichtlinien

Um eine übersichtliche Systematik zu schaffen und besser vergleichend analysieren zu können, wurden die Nachbehandlungsrichtlinien primär entsprechend der beschriebenen Verletzung sortiert und jeweils im Hinblick auf die oben genannten Module analysiert. Somit erfolgte die Einteilung in drei Hauptgruppen, die dann jeweils noch in Untergruppen aufgeschlüsselt werden konnten. Hierbei wurde gegebenenfalls auch eine Unterscheidung zwischen operativer oder konservativer Primärversorgung vorgenommen.

Eine Gruppe bildeten die Achillessehnenverletzungen. Hierbei wurde in der Analyse vor allem zwischen einer operativen (o) oder konservativen (k) Primärversorgung unterschieden, sowie einer Gruppe, die keine spezifisch Angabe zur angewandten Primärversorgung macht (a).

Die zweite Gruppe bildeten die Sprunggelenksluxationsfrakturen, aufgeschlüsselt in eine Sprunggelenksluxationsfraktur vom Typ Weber A, vom Typ Weber B und vom Typ Weber C. Im Falle der Sprunggelenksluxationsfraktur vom Typ Weber A wurde des Weiteren unterschieden zwischen einer operativen (o) und konservativen (k) Primärversorgung. Die Sprunggelenksluxationsfraktur vom Typ Weber B, sowie die Sprunggelenksluxationsfraktur vom Typ Weber C wurden ebenfalls weiter aufgeteilt in eine operative (o) und konservative (k) Primärversorgung, zudem wurden in diesen beiden Fällen jeweils die operativ mit einer zusätzlichen Stellschraube versorgten Frakturen gesondert betrachtet (s).

Die letzte Gruppe schließlich bildeten die Calcaneusfrakturen, die wiederum hinsichtlich einer operativen (o) oder konservativen (k) Primärversorgung untergliedert wurden.

Somit ergibt sich die in Tabelle 2 dargestellte Gesamtsystematik der analysierten Verletzungsbilder.

Tabelle 2: Gesamtsystematik der Verletzungsbilder

| Hauptgruppierung | Untergruppierung |
|---------------------------------|---|
| Achillessehnenverletzung | Achillessehnenverletzung konservativ Achillessehnenverletzung operativ Achillessehnenverletzungen allgemein |
| Sprunggelenksluxationsfrakturen | Typ Weber A konservativ Typ Weber A operativ Typ Weber B konservativ Typ Weber B operativ mit Stellschraube Typ Weber B operativ ohne Stellschraube Typ Weber C konservativ Typ Weber C operativ mit Stellschraube Typ Weber C operativ ohne Stellschraube |
| Calcaneusfrakturen | Calcaneus konservativ Calcaneus operativ |

4.5 Erfassung der Daten

Es wurde auf Grundlage der in Schriftform vorliegenden anonymisierten Nachbehandlungskonzepte zu jeder der Hauptverletzungsgruppen jeweils eine SPSS®-Tabelle erstellt, in der für jede behandelnde Einrichtung eine eigene Zeile angelegt wurde.

In einem nächsten Schritt wurden die Variablen für die verschiedenen Module der Nachbehandlung (z.B. Wahl der Orthese, Belastung, Bewegungsausmaß, Physiotherapie, Sohlensatz), sowie für weitere für die Auswertung relevante Parameter (z.B. Art der behandelnden Einrichtung, Unterscheidung zwischen operativer und konservativer Primärversorgung) festgelegt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Variablen und dazugehörige Werte der untersuchten Parameter

| Parameter | Variablen | Werte |
|--|---|--|
| Charakterisierung der behandelnden Einrichtung | Art der Behandlungseinrichtung | Klinikum Uniklinikum Ambulante Einrichtung |
| Ausrichtung der behandelnden Einrichtung | Orthopädie/Unfallchirurgie | Orthopädie Unfallchirurgie Orthopädie und Unfallchirurgie |
| Verfügbarkeit der Protokolle | Behandlungsschema | Vorhanden Keines |
| Unterscheidung bezüglich der Primärversorgung | Unterscheidung operativ/konservativ | Ja Nein |
| Verfügbarkeit spezifiziert | Behandlungsschema vorhanden konservativ | Vorhanden Keines |
| Verfügbarkeit spezifiziert | Behandlungsschema vorhanden operativ | Vorhanden Keines |
| Wahl der Orthese | Behandlungsmethode | VACOped® VACOpedes® VACOankle® VACOped® achill VACOped® und VACOpedes® |

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| Zeitraumen der Orthesen Versorgung | Tragdauer Orthese | 1Woche 2Wochen 3Wochen 4Wochen 5Wochen 6Wochen 7Wochen 8Wochen 8Wochen+++ |
| Belastung | Woche1, Woche2, Woche3, Woche4, Woche5, Woche6, Woche7, Woche8 | Entlastung Teilbelastung/Sohlenkontakt Belastung >20kg Vollbelastung |
| Beweglichkeit | Woche1, Woche2, Woche3, Woche4, Woche5, Woche6, Woche7, Woche8 | Immobilisierung-10° Immobilisierung0° Immobilisierung10° Immobilisierung15° Immobilisierung20° Immobilisierung30° ROM-10+10 ROM-10+20 ROM+15+30 ROM0+30 ROM-15+15 Freie ROM |
| Empfehlung Physiotherapie | Woche1, Woche2, Woche3, Woche4, Woche5, Woche6, Woche7, Woche8 | Ja Nein |

Hierbei wurde die Anpassung der jeweiligen Variablen so vorgenommen, dass sie in gleicher Form auf alle analysierten Richtlinien anwendbar sind, um eine möglichst große Vergleichbarkeit zu schaffen. Wurde in einem Nachbehandlungsschema zwischen operativer und konservativer Primärversorgung unterschieden, so wurden die Parameter Wahl der Orthese, Zeitraumen der Orthesen Versorgung, Belastung, Beweglichkeit und Physiotherapie jeweils gesondert für die jeweilige Form der Primärversorgung ausgewertet. Im Anschluss wurden die entsprechenden Werte aus

den Nachbehandlungskonzepten als Variablen kodiert in die Tabellen übernommen.

4.6 Statistik

Die vorliegenden Protokolle wurden deskriptiv und statistisch ausgewertet. Dazu wurden die entsprechenden Daten aus den Nachbehandlungskonzepten als Tabelle in SPSS® (Version 21, IBM, USA) übertragen, dort erfolgte wo angemessen die Berechnung absoluter (n) und relativer (%) Häufigkeiten. Diese wurden anschließend unter deskriptiver Betrachtung mittels in GraphPad Prism® (Version 5, GraphPad Software, USA) erstellten Graphen veranschaulicht. Für diese Arbeit wurden keine Signifikanzen berechnet.

5 Ergebnisse

5.1 Studienpopulation

Es wurden 213 Nachbehandlungskonzepte orthopädischer und unfallchirurgischer Einrichtungen ausgewertet, wobei davon die regionalen Kliniken einen deutlichen Großteil darstellten: 183 der Einrichtungen (85,9%) waren regionale Kliniken, 8 der Einrichtungen (3,8%) waren Universitätskliniken, 13 der Einrichtungen (6,1%) waren ambulante Einrichtungen und 9 dieser Einrichtungen (4,2%) blieben ohne Spezifizierung (Abbildung 9).

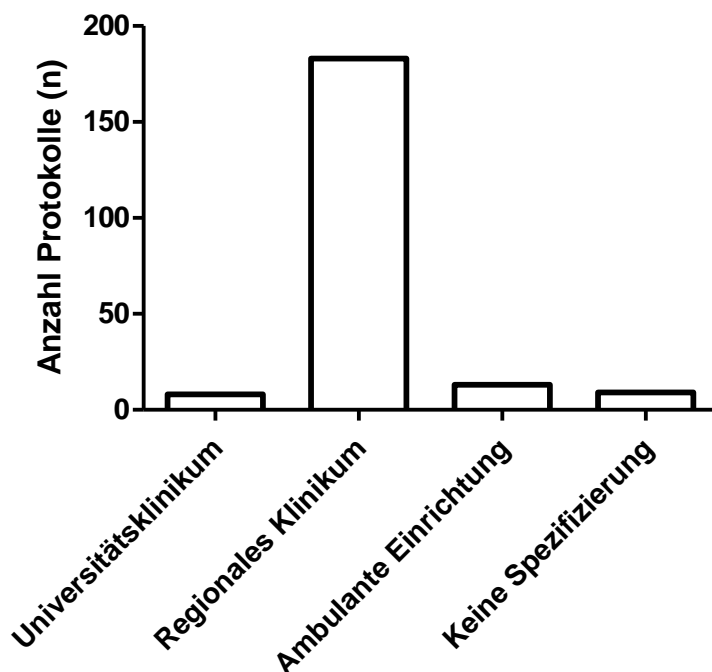


Abbildung 8: Studienpopulation

5.2 Achillessehnenverletzungen

5.2.1 Verfügbarkeit der Protokolle

Von den insgesamt 213 Einrichtungen verfügten fast alle Einrichtungen (95,8%) über ein Nachbehandlungsschema für Achillessehnenverletzungen.

Davon unterschieden nochmals 117 Einrichtungen (57,4%) zwischen einer operativen und konservativen Primärversorgung. 39 dieser 117 unterscheidenden Einrichtungen (33,3%) verfügten zudem über ein Nachbehandlungskonzept für eine konservative Primärversorgung, während 78 der 117 Einrichtungen (66,6%) somit lediglich ein Protokoll für eine operative Primärversorgung anboten.

Die restlichen 87 der 204 Einrichtungen (42,6%) machten keine Angabe darüber, ob das entsprechende Protokoll für eine operative oder konservative Primärversorgung anzuwenden ist, sie unterschieden also in Bezug auf die Nachbehandlung nicht hinsichtlich der jeweiligen Primärversorgung. Es kann nicht abschließend geklärt werden, ob dies auf eine fehlende Notwendigkeit eines speziellen Nachbehandlungskonzeptes für beide Arten der Primärversorgung, eine Unvollständigkeit des jeweiligen Nachbehandlungskonzeptes oder die Tatsache, dass in der jeweiligen Einrichtung nur eine Form der Primärversorgung zur Verfügung steht, zurückzuführen ist. Für die Achillessehnenverletzungen wurde diese Gruppe gesondert ausgewertet („allgemein“).

Es konnten somit insgesamt 117 Nachbehandlungskonzepte für eine operative Primärversorgung, 39 Nachbehandlungskonzepte für eine konservative Primärversorgung, sowie 87 Nachbehandlungskonzepte ohne Unterscheidung bezüglich der Primärversorgung berücksichtigt werden.

5.2.2 Wahl der Orthese

In Bezug auf die Wahl der Orthese wurde analysiert, für welche Orthese die jeweilige Einrichtung für die Dauer der Nachbehandlung eine Empfehlung aussprach.

Es zeigte sich dabei kein Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen, in denen jeweils alle Protokolle (100%) den Einsatz des VACOped® als Standard zur Nachbehandlung der Achillessehnenverletzungen ansahen.

5.2.3 Tragdauer der Orthese

Die Tragdauer der Orthese wurde in Wochenschritten analysiert, wobei alle Schemata, die eine Tragdauer von mehr als 8 Wochen empfahlen, zusammengefasst wurden (8 Wochen +++).

Es ließ sich in Bezug auf die Tragdauer der Orthese im Rahmen der Frührehabilitation feststellen, dass für eine konservative Primärversorgung eine durchschnittlich etwas längere Tragdauer als für eine operative oder allgemeine Primärversorgung empfohlen wurde. Dies zeigte sich darin, dass für eine konservative Primärversorgung der Anteil an Protokollen mit Empfehlung zu einer Tragdauer von lediglich 6 Wochen (20,5%) geringer ausfiel als für eine operative (48,7%) oder allgemeine (63,2%) Primärversorgung.

Es ließ sich zudem bezüglich der Tragdauer der Orthese zwar festhalten, dass eine Nachbehandlung von mindesten 6 Wochen sinnvoll erscheint, da kein Protokoll eine kürzere Tragdauer empfiehlt. Allerdings legten die insgesamt doch unterschiedlichen Empfehlungen auch nahe, dass sich kein klarer Standard für die Tragdauer der Orthese etabliert hat (Abbildung 10).

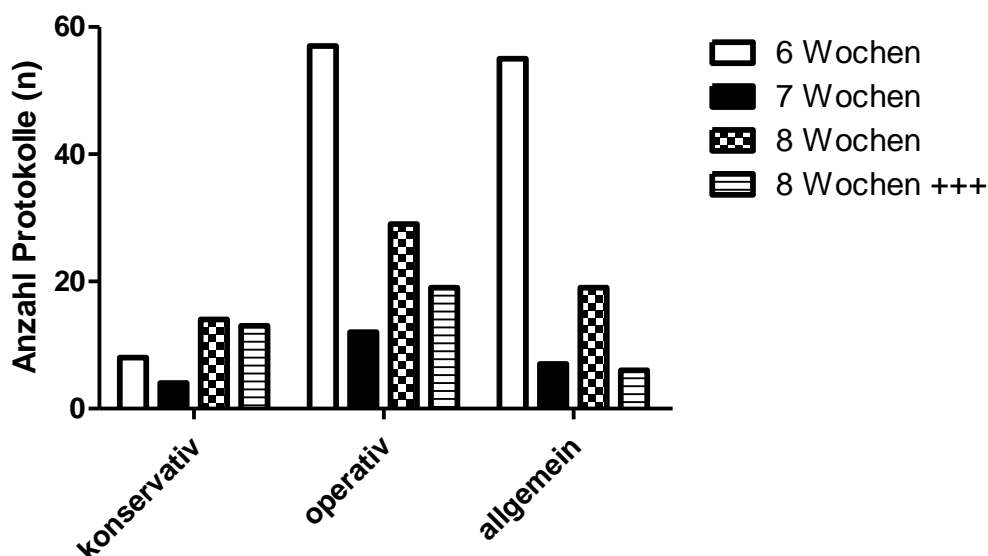


Abbildung 9: Tragdauer Orthese Achillessehnenverletzung

5.2.4 Belastung

Es wurde der zeitliche Verlauf des empfohlenen Levels der Belastung in Wochenschritten jeweils für eine konservative und operative Primärversorgung, sowie für eine Primärversorgung ohne Unterscheidung analysiert.

Die Auswertung der Daten zeigte, dass sich die Entwicklung der empfohlenen Belastung für alle drei Gruppen sehr ähnlich darstellte. Die Empfehlung entwickelte sich bei einem Großteil der Protokolle jeweils von einer anfänglichen Teilbelastung über eine Belastung mit halbem Körpergewicht hin zu einer Vollbelastung. Dies ließ sich daran festmachen, dass für eine konservative Primärversorgung 79,5%, für eine operative Primärversorgung 84,6% und für eine allgemeine Primärversorgung 86,2% der Protokolle eine Teilbelastung in Woche 1 und 59,0/78,6/86,2% (k/o/a) der Protokolle mehrheitlich eine Vollbelastung in Woche 6 empfahlen (Abbildung 11-13).

Für eine konservative Primärversorgung zeigte sich mit 43,6% im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen mit 34,2/20,7% (o/a) allerdings ein höherer Anteil an Vollbelastungsempfehlungen bereits in Woche 3. Das lässt darauf schließen, dass eine frühzeitige funktionelle Nachbehandlung bevorzugt für eine konservative Primärversorgung angestrebt wird. Es sah zudem kein Protokoll eine vollständige Entlastung zu Beginn der Rehabilitation oder im Verlauf vor, was für alle Gruppen als Zeichen einer frühen funktionellen Rehabilitation angesehen werden kann (Abbildung 11-13).

Allerdings ließ sich auch festhalten, dass sich für die jeweiligen Protokolle zwar ein Trend abzeichnete, aber aufgrund vieler Abweichungen kein klarer Standard festgehalten werden konnte (Abbildung 11-13).

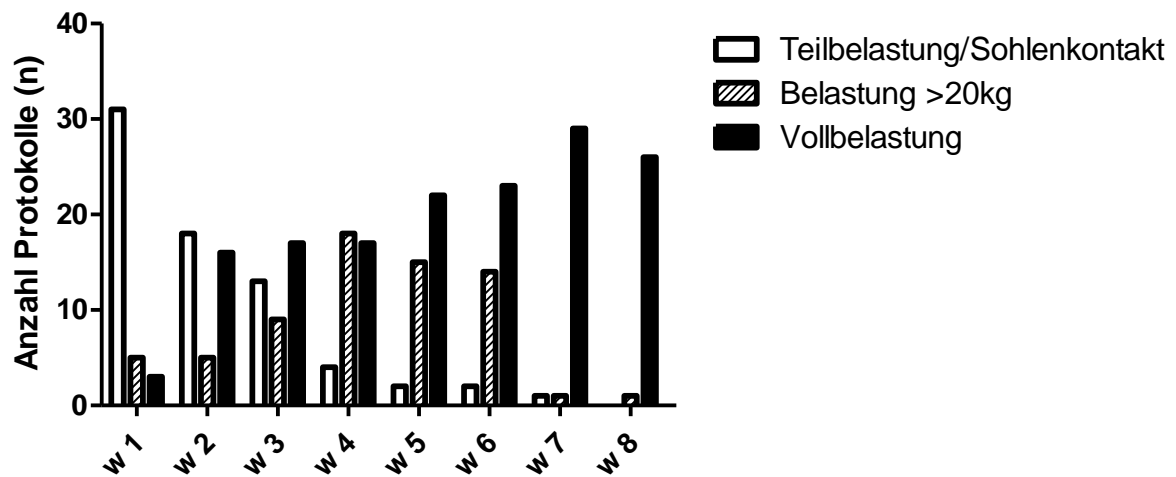


Abbildung 10: Belastung Achillessehnenverletzung konservativ posttraumatische Woche (w) 1-8

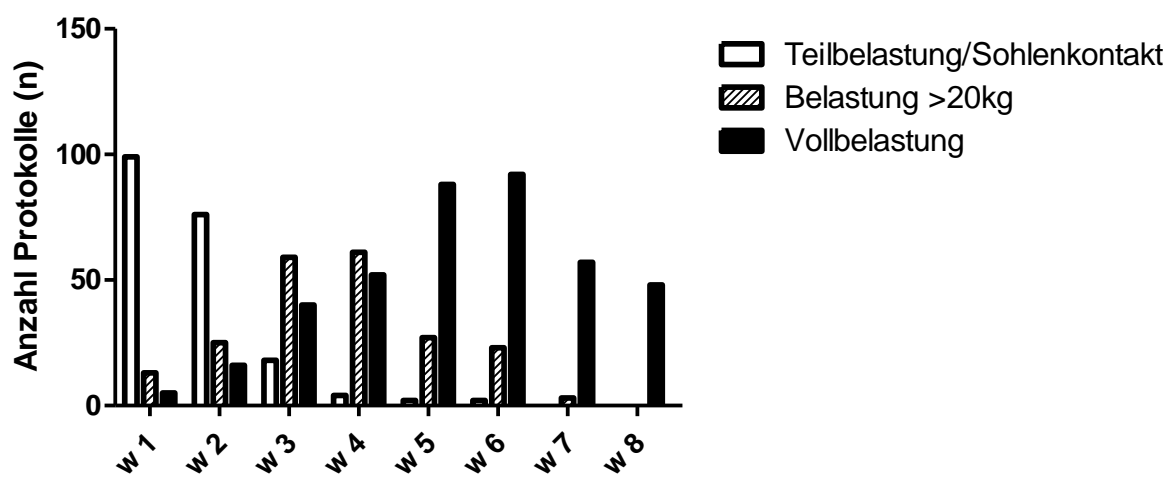


Abbildung 11: Belastung Achillessehnenverletzung operativ postoperative Woche (w) 1-8

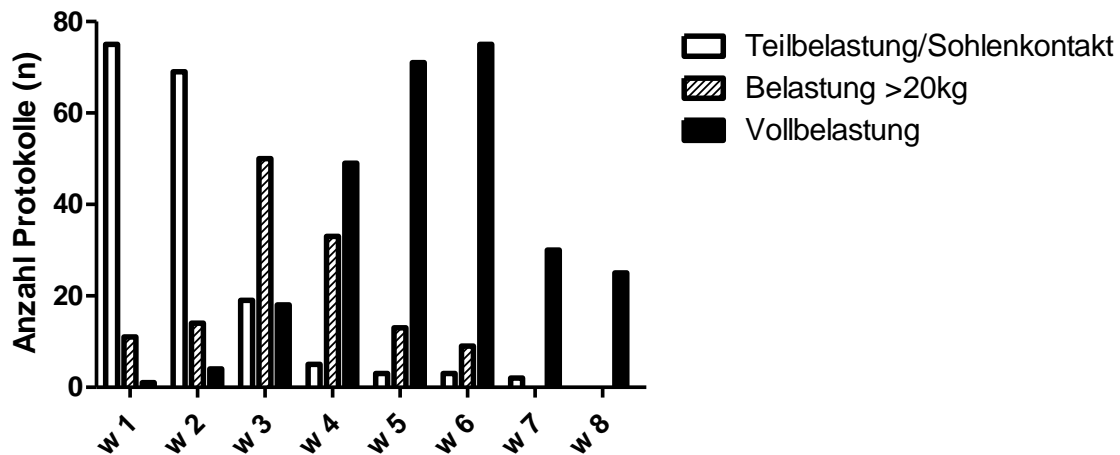


Abbildung 12: Belastung Achillessehnenverletzung allgemein postoperative Woche (w) 1-8

5.2.5 Bewegungsausmaß

Es wurde der zeitliche Verlauf des empfohlenen Levels der Immobilisierung/ROM in Wochenschritten jeweils für eine konservative und operative Primärversorgung, sowie für eine Primärversorgung ohne Unterscheidung analysiert.

Dabei wurden für eine bessere Übersichtlichkeit eine ROM von -10/+10 und eine ROM von -15/+15 zu der Kategorie -10/+10, sowie eine ROM von 0/+30 und eine ROM +15/+30 zu der Kategorie 0/+30 zusammengefasst. Zudem wurde ebenfalls für eine bessere Übersichtlichkeit eine Immobilisierung in 10° zu der Kategorie Immobilisierung in 15° und eine Immobilisierung in 20° zu der Kategorie Immobilisierung in 30° gerechnet. Dies war möglich, da in der Kategorie Immobilisierung mit 30° oder 20° lediglich 11 von 103 Protokollen (10,7%) 20° anstelle von 30° und in der Kategorie Immobilisierung mit 15° oder 10° lediglich 8 von 80 Protokollen (10,0%) eine Immobilisierung in 10° anstelle von 15° empfahlen. In der Kategorie ROM von 0/+30 oder +15/+30 empfahl lediglich eins aus 6 Protokollen (16,7%) eine ROM von +15/+30 und in der Kategorie ROM von -10/+10 oder -15/+15 empfahlen lediglich 3 von 47 Protokollen (6,4%) eine ROM von -15/+15 anstelle von -10/+10.

Somit ergaben sich für die Achillessehnenverletzungen folgende Abstufungen: Eine Immobilisierung in 0°, eine Immobilisierung in 15°, eine Immobilisierung in 30°, eine ROM von -10/+10, eine ROM von 0/+30 und eine freie ROM.

Es ließ sich festhalten, dass alle drei Gruppen übereinstimmend eine anfängliche Immobilisierung in 30° Spitzfußstellung als Standard empfahlen. Dies zeigte sich darin, dass in Woche 1 für eine konservative Primärversorgung 94,9%, für eine operative Primärversorgung 89,7% und für eine allgemeine Primärversorgung 93,1% der Protokolle eine Immobilisierung in 30° nahelegten (Abbildung 14-16).

Während anschließend im Falle einer konservativen Primärversorgung eine Reduzierung der Spitzfußstellung auf 15° mehrheitlich erst ab Woche 4 erfolgte (58,9%), ließen die Protokolle für eine operative (55,6%) und allgemeine (69,0%) Primärversorgung diesen Schritt mehrheitlich schon ab Woche 3 zu. Dementsprechend wurde vom Großteil der Protokolle für eine konservative Primärversorgung auch noch in Woche 5 (41,1%) und Woche 6 (38,5%) eine Immobilisierung in 15° empfohlen, während für eine operative und allgemeine Primärversorgung bereits mehrheitlich in Woche 5 (45,3/65,0%) und Woche 6 (44,4/52,9%) eine Immobilisierung in 0° empfohlen wurde. Die Reduzierung der Spitzfußstellung wurde somit insgesamt für eine operative und allgemeine Primärversorgung progressiver als für eine konservative Primärversorgung gestaltet (Abbildung 14-16).

Die Einführung irgendeiner Form der Freigabe der Beweglichkeit spielte selbst noch in Woche 6 lediglich für einen kleinen Teil der Protokolle eine Rolle. So empfahlen, selbst wenn jeweils alle drei Formen der ROM zusammengerechnet wurden, für eine konservative Primärversorgung nur 25,7%, für eine operative Primärversorgung nur 19,8% und für eine allgemeine Primärversorgung nur 24,0% der Protokolle ein ROM. Dies ließ darauf schließen, dass die Umsetzung einer frühen funktionellen Rehabilitation für die Freigabe der Beweglichkeit noch nicht umgesetzt wird (Abbildung 14-16).

Es ließ sich analog zur Belastung zudem festhalten, dass sich für die jeweiligen Protokolle zwar ein Trend abzeichnete, aber aufgrund vieler Abweichungen kein klarer Standard festgehalten werden konnte (Abbildung 14-16).

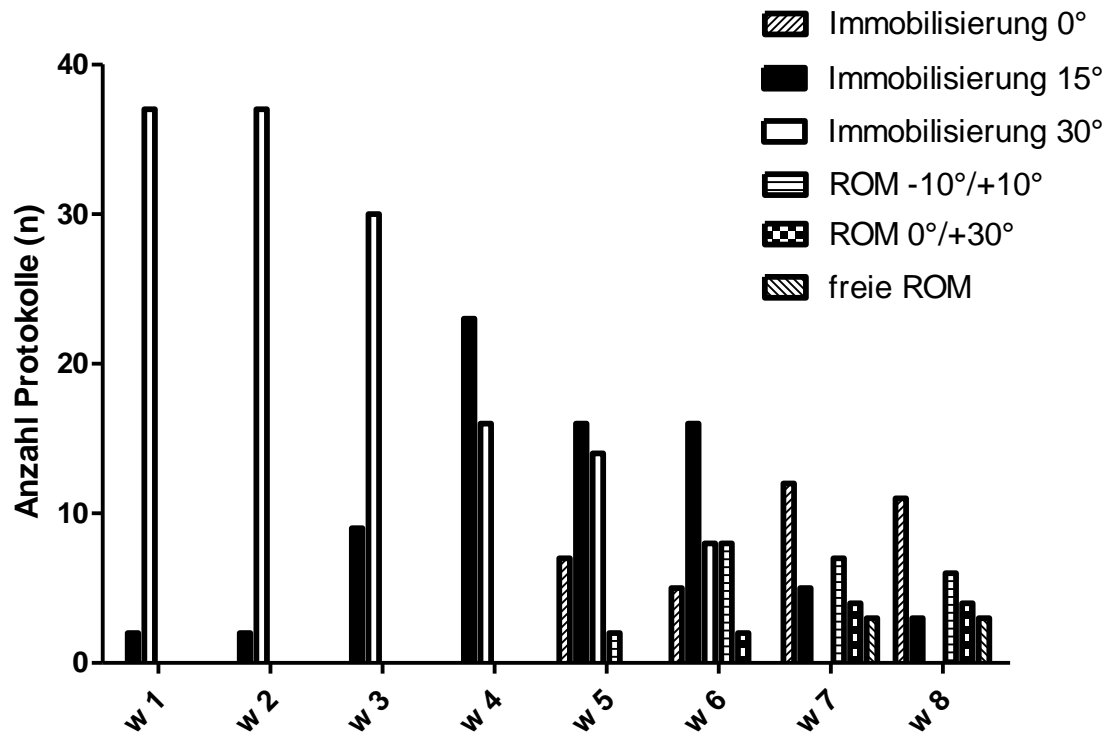


Abbildung 13: Bewegungsausmaß Achillessehnenverletzung konservativ posttraumatische Woche (w) 1-8

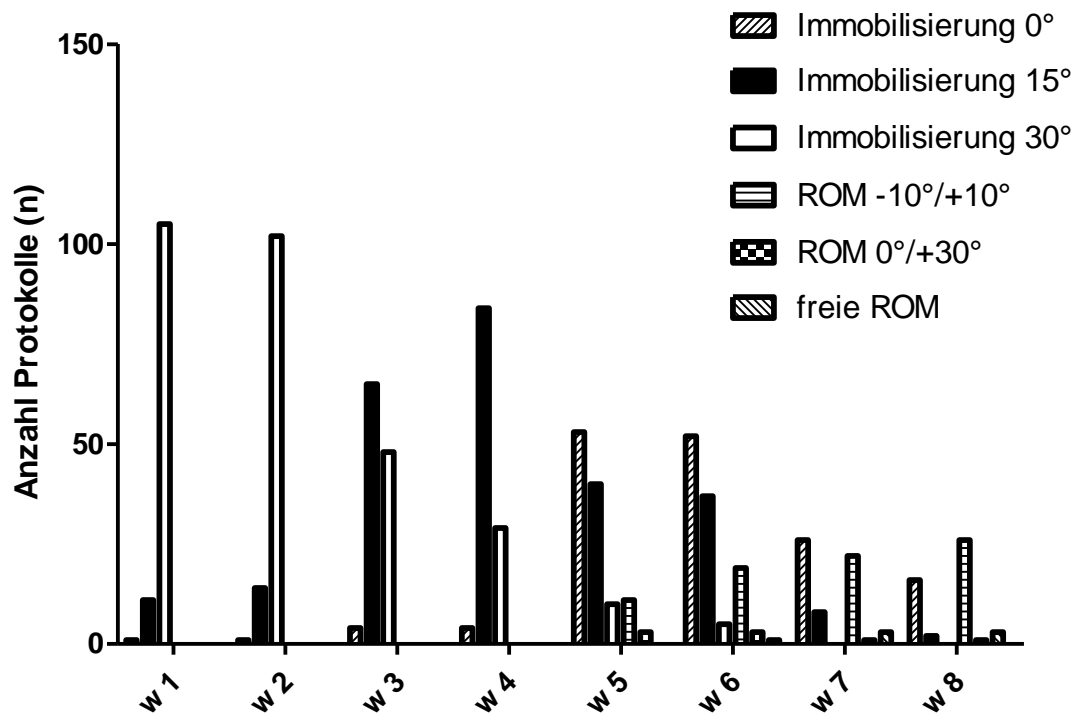


Abbildung 14: Bewegungsausmaß Achillessehnenverletzung operativ postoperative Woche (w) 1-8

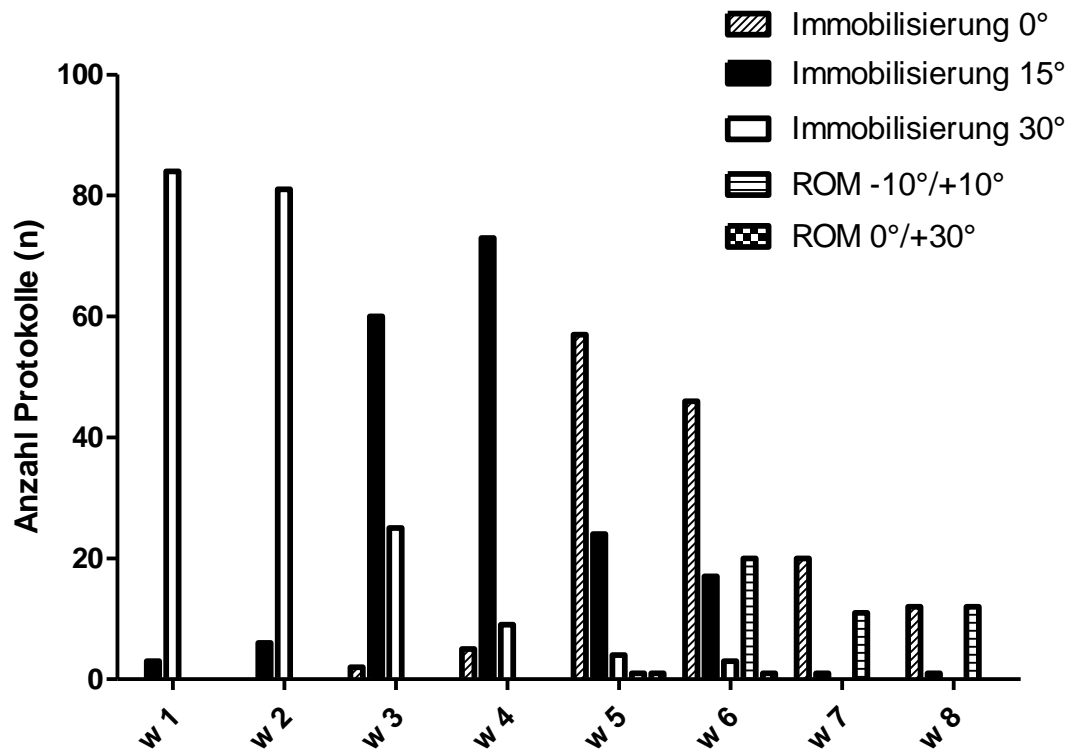


Abbildung 15: Bewegungsausmaß Achillessehnenverletzung allgemein postoperative Woche (w) 1-8

5.2.6 Physiotherapie

Es wurde der zeitliche Verlauf der expliziten Empfehlung zu einer Physiotherapie in Wochenschritten jeweils für eine konservative und operative Primärversorgung, sowie für eine Primärversorgung ohne Unterscheidung analysiert. Über die Dauer, Intensität oder Form der Physiotherapie liegt keine Information vor.

Es ließ sich festhalten, dass die Protokolle aller Gruppen frühzeitig übereinstimmend eine Empfehlung für Physiotherapie nahelegten, was deren Stellenwert für die Nachbehandlung betont und sich mit der Umsetzung einer frühen funktionellen Rehabilitation vereinbaren lässt (Abbildung 17-19).

Während allerdings für eine allgemeine Primärversorgung bereits die Mehrheit der Protokolle (59,8%) in Woche 1 eine Empfehlung zu Physiotherapie aussprach, war dies für konservative Primärversorgung erst ab Woche 2 für eine Mehrheit der Protokolle (59,0%) und für operative Primärversorgung erst ab Woche 3 für eine Mehrheit der Protokolle (74,4%) der Fall (Abbildung 17-19).

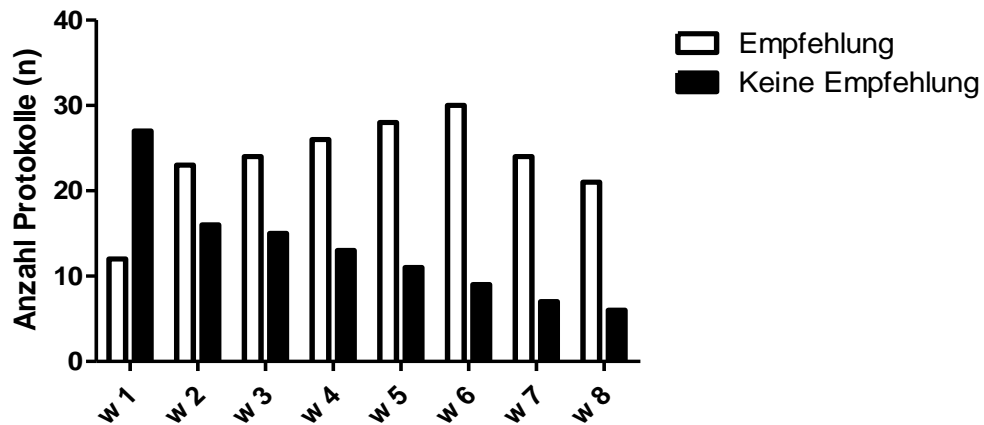


Abbildung 16: Physiotherapie Achillessehnenverletzung konservativ posttraumatische Woche (w) 1-8

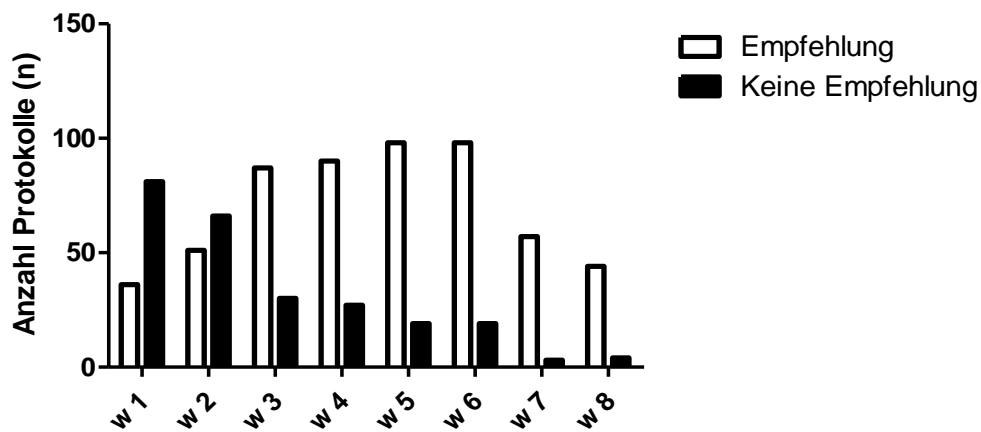


Abbildung 17: Physiotherapie Achillessehnenverletzung operativ postoperative Woche (w) 1-8

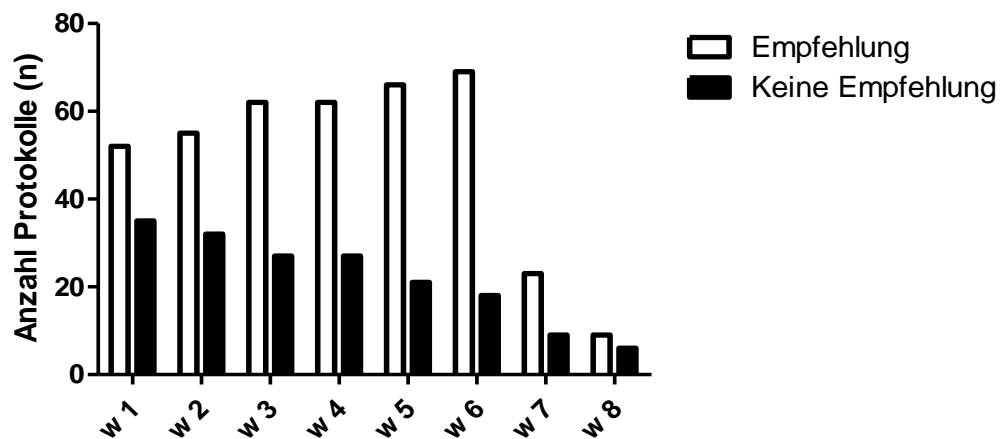


Abbildung 18: Physiotherapie Achillessehnenverletzung allgemein postoperative Woche (w) 1-8

5.3 Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber A

5.3.1 Verfügbarkeit der Protokolle

Von den insgesamt 213 Einrichtungen verfügten 198 Einrichtungen (93,0%) über ein Nachbehandlungsschema für die Sprunggelenksluxationsfraktur vom Typ Weber A, im Folgenden für Tabellen und Abbildungen abgekürzt mit Weber A. Davon unterschieden lediglich 17 Einrichtungen (8,6%) zwischen einer operativen und konservativen Primärversorgung und stellten auch jeweils ein Protokoll zur Verfügung. Für 182 Protokolle, die keine Unterscheidung vorsahen, wurde eine konservative Primärversorgung zu Grunde gelegt.

Es konnten somit insgesamt 198 Protokolle für eine konservative Primärversorgung und 17 Protokolle für eine operative Primärversorgung analysiert werden.

5.3.2 Wahl der Orthese

In Bezug auf die Wahl der Orthese wurde analysiert, für welche Orthese die jeweilige Einrichtung für die Dauer der Nachbehandlung eine Empfehlung aussprach.

Für eine konservative Primärversorgung nutzte der Großteil der Einrichtungen (69,7%) den VACOped® als bevorzugte Orthese. Darüber hinaus entschieden sich allerdings auch 28,8% der Protokolle für den Einsatz eines VACOankle®. Des Weiteren griff ein Protokoll auf den VACOpedes® zurück und zwei Protokolle kombinierten den Einsatz eines VACOped® mit dem Einsatz eines VACOankle®. Somit ließ sich für die Wahl der Orthese für eine konservative Primärversorgung lediglich ein Trend, aber keine klare Übereinstimmung unter den Protokollen festhalten (Abbildung 20).

Im Gegensatz dazu sahen alle Protokolle (100,0%) für eine operative Primärversorgung einen VACOped® als Standardbehandlung vor (Abbildung 20).

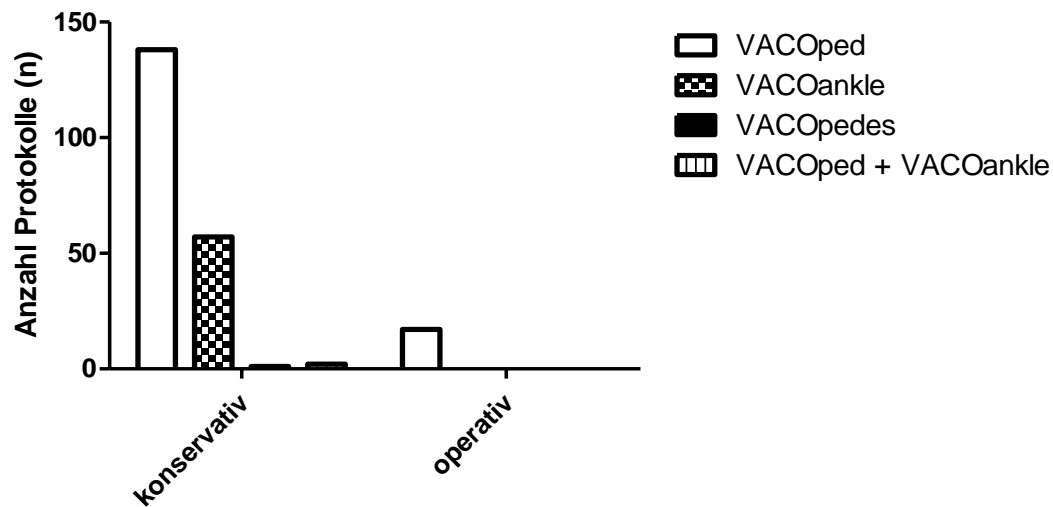


Abbildung 19: Wahl der Orthese Weber A

5.3.3 Tragdauer der Orthese

Die Tragdauer der Orthese wurde in Wochenschritten analysiert, wobei alle Schemata, die eine Tragdauer von mehr als 6 Wochen empfahlen, zusammengefasst wurden (> 6 Wochen).

Für eine konservative Primärversorgung empfahlen 96% der Protokolle eine Tragdauer der Orthese für 6 Wochen, welche somit als Standard angesehen werden kann (Abbildung 21).

Für eine operative Primärversorgung zeigte sich zwar ein ähnlicher Trend, denn auch hier sprach sich die Mehrheit der Protokolle für eine Tragdauer von 6 Wochen aus (64,7%). Allerdings empfahlen darüber hinaus auch 23,5% der Protokolle eine Nachbehandlung von mehr als 6 Wochen. Dies lässt darauf schließen, dass eine operative Primärversorgung tendenziell länger restriktiv nachbehandelt wird (Abbildung 21).

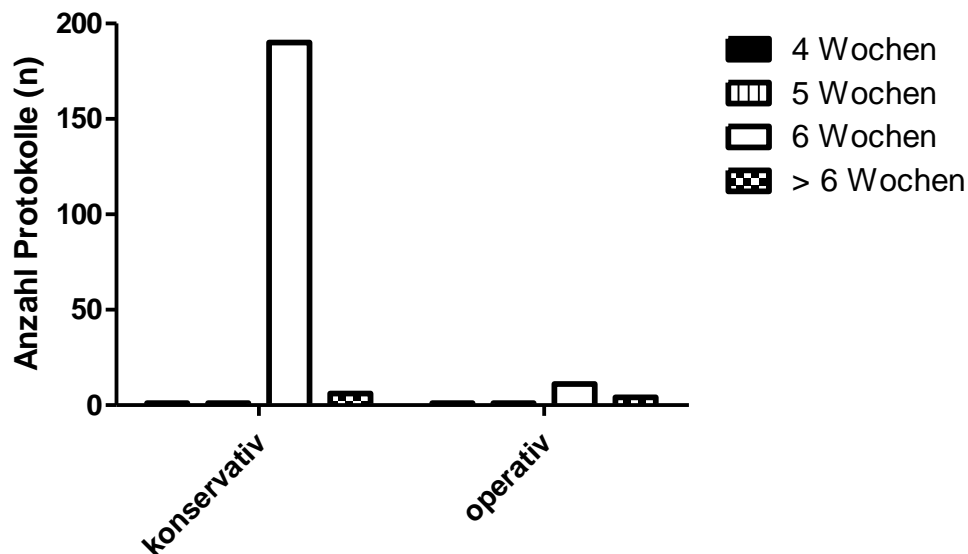


Abbildung 20: Tragdauer der Orthese Weber A

5.3.4 Belastung

Es wurde der zeitliche Verlauf des empfohlenen Levels der Belastung in Wochenschritten jeweils für eine konservative und operative Primärversorgung analysiert.

Für eine konservative Primärversorgung ließ sich festhalten, dass die meisten Protokolle übereinstimmend bereits in Woche 1 eine Teilbelastung (85,9%) und schon ab Woche 2 eine Vollbelastung (51,0%) oder zumindest eine Belastung mit halbem Körpergewicht (24,2%) zuließen. Spätestens ab Woche 4 sprachen sich fast alle Protokolle (83,3%) für eine Vollbelastung aus, die dann bis zum Ende beibehalten wurde. Somit zeigten sich für die konservative Primärversorgung mehrheitlich übereinstimmende Belastungsempfehlungen (Abbildung 22).

Für eine operative Primärversorgung ließ sich ein sehr ähnlicher Trend festhalten, denn auch hier empfahlen die meisten Protokolle (88,2%) bereits in Woche 1 eine Teilbelastung. Allerdings erfolgte der Übergang zur Vollbelastung etwas restriktiver, was sich daran erkennen ließ, dass in Woche 2 lediglich 35,3% der Protokolle bereits eine Vollbelastung nahelegten und auch in Woche 4 der Anteil der Empfehlungen zur Vollbelastung (64,7%) niedriger lag als für eine konservative Primärversorgung. Insgesamt zeigten sich allerdings auch für eine operative Primärversorgung mehrheitlich übereinstimmende Belastungsempfehlungen (Abbildung 22-23).

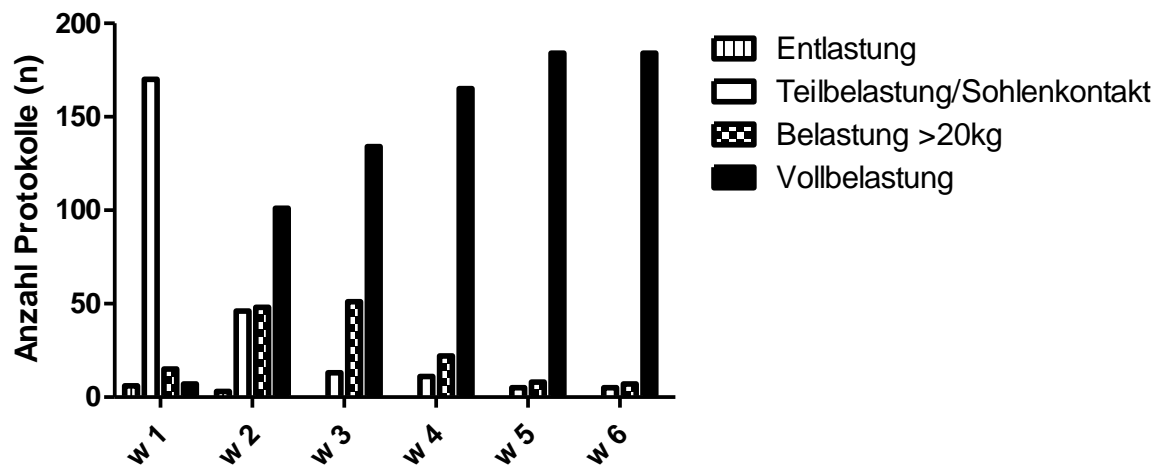


Abbildung 21: Belastung Weber A konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

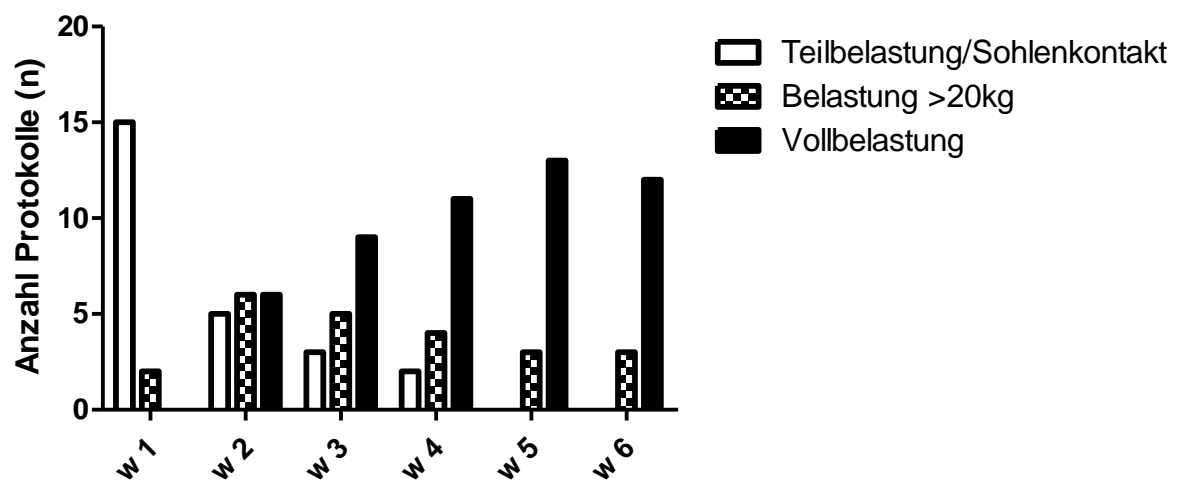


Abbildung 22: Belastung Weber A operativ postoperative Woche (w) 1-6

5.3.5 Bewegungsausmaß

Es wurde der zeitliche Verlauf des empfohlenen Levels der Immobilisierung oder ROM in Wochenschritten jeweils für eine konservative und operative Primärversorgung analysiert.

Dabei ergaben sich für die Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber A folgende Abstufungen für den VACOped®, nachdem der Einsatz eines VACOankle® aufgrund seiner speziellen Freigabe der Beweglichkeit als eigenes Level festgelegt wurde: Eine Immobilisierung bei 0°, eine ROM von -10/+10, eine ROM von -15/+15 und eine freie ROM.

Für eine konservative Primärversorgung konnte zwischen zwei grundlegend verschiedenen Gruppen unterschieden werden. Zum einen die Gruppe der Protokolle, die den Einsatz eines VACOankle® empfahlen (28,8%), denn für diese Protokolle war die Beweglichkeit somit von Beginn an vollständig freigegeben. Für die zweite Gruppe ließ sich ein klarer Trend von einer Immobilisierung in 0° hin zu einer ab Woche 5 freigegebenen ROM von -10/+10 festhalten. Dabei empfahl der Großteil der Protokolle von Woche 1 (71,2%) bis in Woche 4 (53,0%) eine Immobilisierung in 0°, ab Woche 5 schließlich mehrheitlich (64,0%) eine freigegebene ROM von -10/+10 (Abbildung 24).

Für eine operative Primärversorgung lag keine Empfehlung für den Einsatz eines VACOankle® vor, somit ließ kein Protokoll von Beginn an eine freie Beweglichkeit zu. Es ließ sich aber auch hier analog zu einer konservativen Primärversorgung ein klarer Trend von einer anfänglichen Immobilisierung in 0° hin zu einer Freigabe der ROM von -10/+10 ab Woche 3 festhalten. Dies zeigte sich daran, dass für Woche 1 (94,1%) und Woche 2 (58,8%) von einem Großteil der Protokolle eine Immobilisierung in 0° empfohlen wurde. Allerdings erfolgte nun mehrheitlich (52,9%) der Übergang zu einer ROM von -10/+10 bereits ab Woche 3 (Abbildung 24-25).

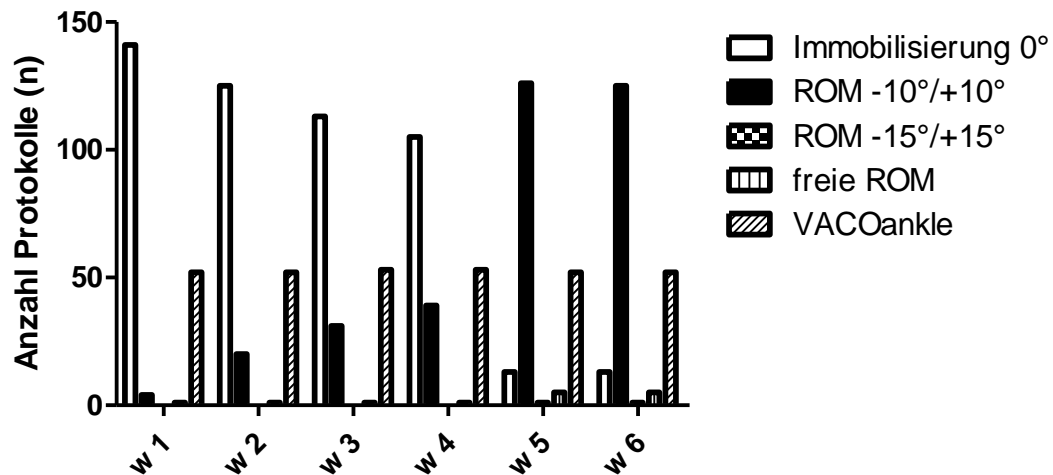


Abbildung 23: Bewegungsausmaß Weber A konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

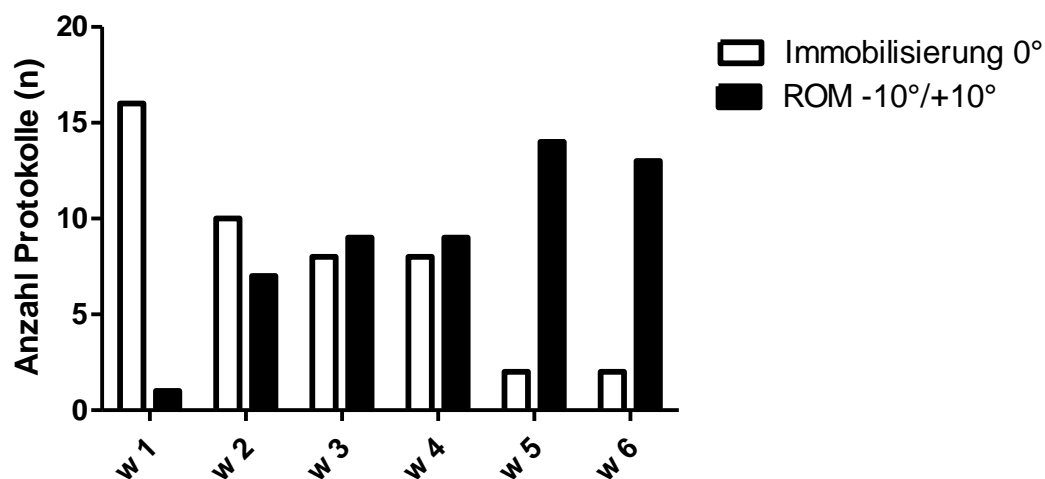


Abbildung 24: Bewegungsausmaß Weber A operativ postoperative Woche (w) 1-6

5.3.6 Physiotherapie

Es wurde der zeitliche Verlauf der expliziten Empfehlung zur Physiotherapie in Wochenschritten jeweils für eine konservative und operative Primärversorgung analysiert. Über die Dauer, Intensität oder Form der Physiotherapie liegt keine Information vor.

Für eine konservative Primärversorgung waren die Empfehlungen zur Physiotherapie sehr einheitlich. Während noch in Woche 1 (12,1%) und Woche 2 (28,3%) die Empfehlungen sehr zurückhaltend ausgesprochen wurden, legte ab Woche 3 eine klare Mehrheit der Protokolle (74,2%) eine Physiotherapie nahe (Abbildung 26). Analog dazu wurde auch für eine operative Primärversorgung eine Empfehlung zur Physiotherapie in Woche 1 (43,8) und Woche 2 (50,0%) noch zurückhaltend ausgesprochen, danach wurde sie ab Woche 3 allerdings auch übereinstimmend von fast allen Protokollen (87,5%) empfohlen (Abbildung 26-27).

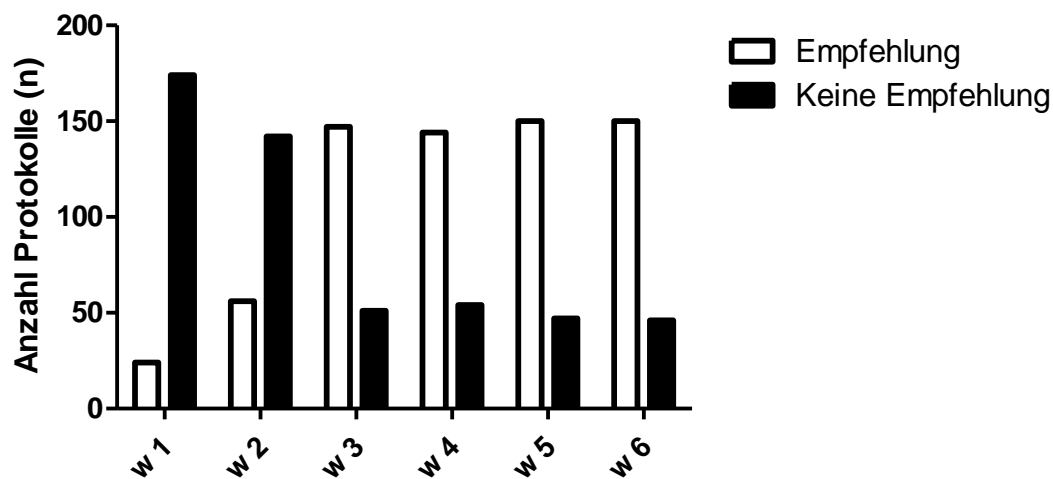


Abbildung 25: Physiotherapie Weber A konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

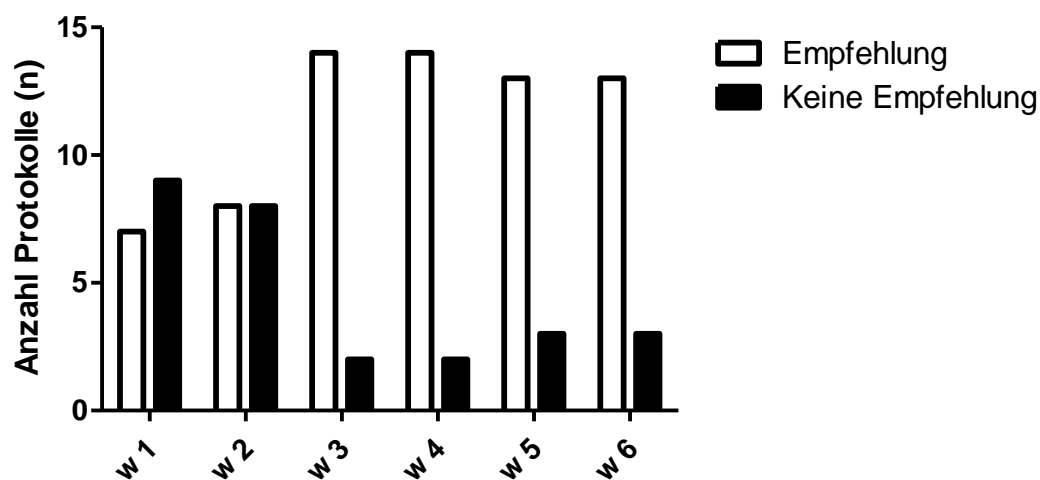


Abbildung 26: Physiotherapie Weber A operativ postoperative Woche (w) 1-6

5.4 Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber B

5.4.1 Verfügbarkeit der Protokolle

Von den insgesamt 213 Einrichtungen verfügten fast alle (98,6%) über ein Nachbehandlungsschema für die Sprunggelenksluxationsfraktur vom Typ Weber B, im Folgenden für Tabellen und Abbildungen abgekürzt mit Weber B. Davon unterschied nochmals der Großteil der Einrichtungen (81,8%) zwischen einer operativen und konservativen Primärversorgung. In Bezug auf die Protokolle für eine operative Primärversorgung wurde zudem zwischen einer Operationstechnik ohne und mit Stellschraube im Sinne einer Syndesmosenversorgung unterschieden. Von den Protokollen für eine operative Primärversorgung unterschieden 20,1% zwischen diesen Operationstechniken.

Es konnten somit 98 Protokolle für eine konservative Primärversorgung, 169 Protokolle für eine operative Primärversorgung und darunter 34 Protokolle speziell für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube analysiert werden.

5.4.2 Wahl der Orthese

In Bezug auf die Wahl der Orthese wurde analysiert, für welche Orthese die jeweilige Einrichtung für die Dauer der Nachbehandlung eine Empfehlung aussprach.

Für eine konservative Primärversorgung empfahlen alle Protokolle (100,0%) den Einsatz eines VACOped®, dieser kann somit als eindeutiger Standard festgehalten werden.

Für eine operative Primärversorgung sahen analog zur konservativen Primärversorgung fast alle Protokolle (99,4%) einen VACOped® als Standard an. Auch für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube empfahl die deutliche Mehrheit der Protokolle (97,1%) einen VACOped® (Abbildung 28).

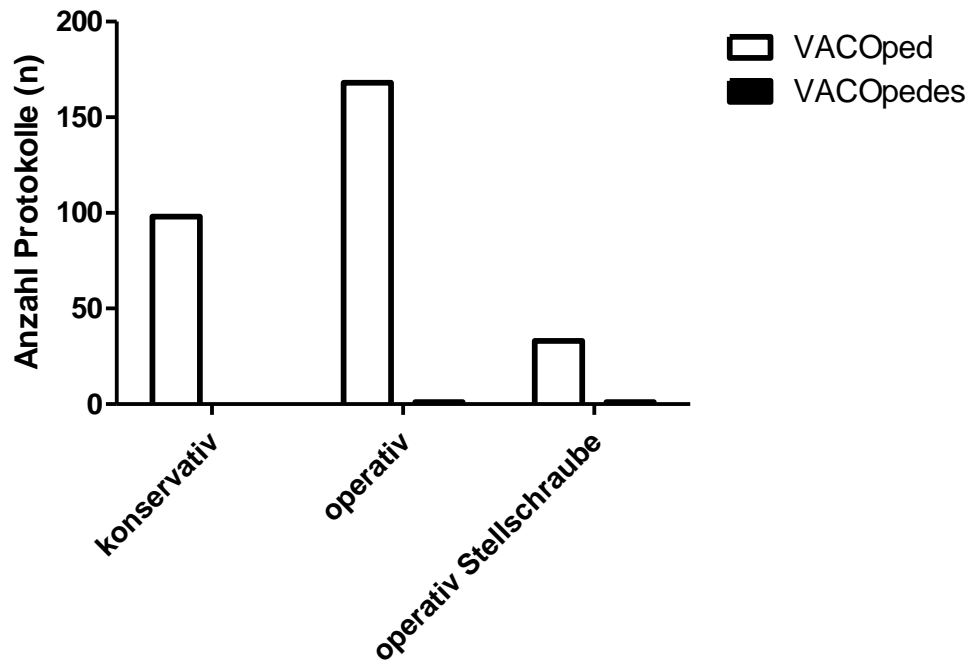


Abbildung 27: Wahl der Orthese Weber B

5.4.3 Tragdauer der Orthese

Die Tragdauer der Orthese wurde in Wochenschritten analysiert, wobei alle Schemata, die eine Tragdauer von mehr als 6 Wochen empfahlen, zusammengefasst wurden (6 Wochen +++).

Die klare Mehrheit der Protokolle sowohl für eine konservative Primärversorgung (99,0%), als auch für eine operative Primärversorgung ohne (94,7%) oder mit Stellschraube (100%) ließ einheitlich auf eine Tragdauer der Orthese von 6 Wochen als Standardempfehlung schließen (Abbildung 29).

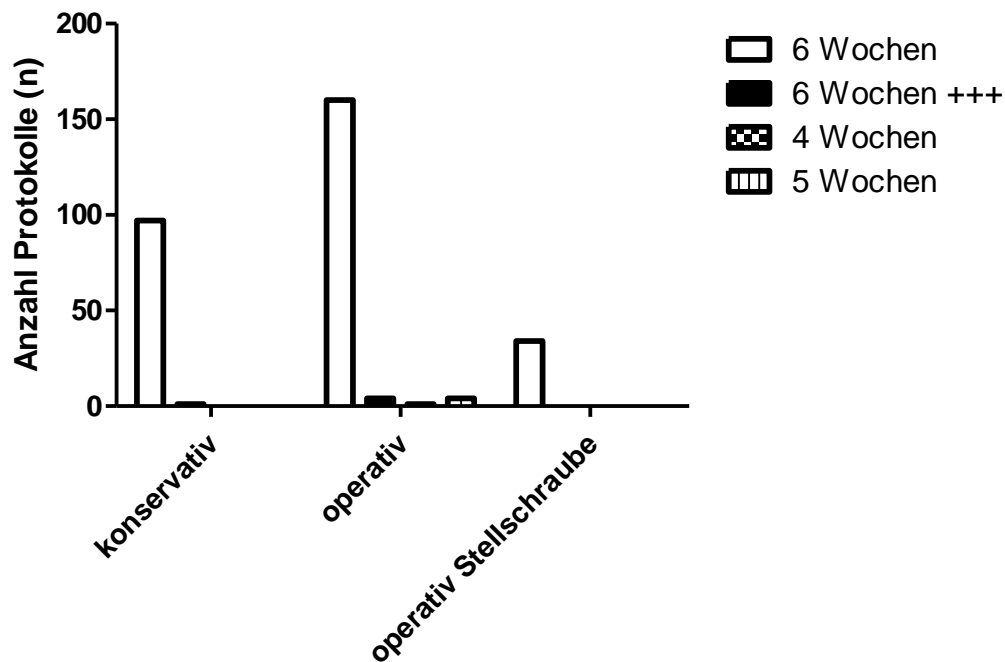


Abbildung 28: Tragdauer der Orthese Weber B

5.4.4 Belastung

Es wurde der zeitliche Verlauf des empfohlenen Levels der Belastung in Wochenschritten jeweils für eine konservative, operative Primärversorgung und operative Primärversorgung mit Stellschraube analysiert.

Für eine konservative Primärversorgung ließ sich für einen Großteil der Protokolle ein Trend von einer anfänglichen Teilbelastung hin zu einer Vollbelastung im Verlauf erkennen. Das zeigte die Tatsache, dass in Woche 1 (79,6%) und Woche 2 (55,1%) der Großteil der Protokolle eine Teilbelastung und ab Woche 3 schließlich bereits die Mehrheit der Protokolle (41,8%) eine Vollbelastung oder wenigstens eine Belastung mit halbem Körpergewicht (32,7%) empfahl (Abbildung 30).

Für eine operative Primärversorgung konnte ein mit der konservativen Primärversorgung übereinstimmender Trend von einer anfänglichen Teilbelastung hin zu einer Vollbelastung festgehalten werden. Auch hier empfahl die Mehrheit der Protokolle in Woche 1 (86,4%) und in Woche 2 (51,3%) eine Teilbelastung und bereits ab Woche 3 eine Vollbelastung (45,5%) oder wenigstens eine Belastung mit halbem Körpergewicht (29,6%) (Abbildung 30-31).

Für eine operative Primärversorgung mit Einsatz einer Stellschraube stellte sich ein davon abweichendes Bild dar. Hier wurde die Belastung deutlich restriktiver gesteigert, es dominierte die Empfehlung zur Teilbelastung im gesamten Verlauf der Frührehabilitation, was den Versuch des Schutzes der Syndesmosenversorgung verdeutlicht. Dies zeigte sich daran, dass die Mehrheit der Protokolle sowohl in Woche 1 (94,1%), als auch noch in Woche 6 (67,6%) eine Empfehlung lediglich zu einer Teilbelastung aussprach und noch in Woche 6 nur sehr wenige Protokolle (17,6%) eine Vollbelastung empfahlen (Abbildung 30-32).

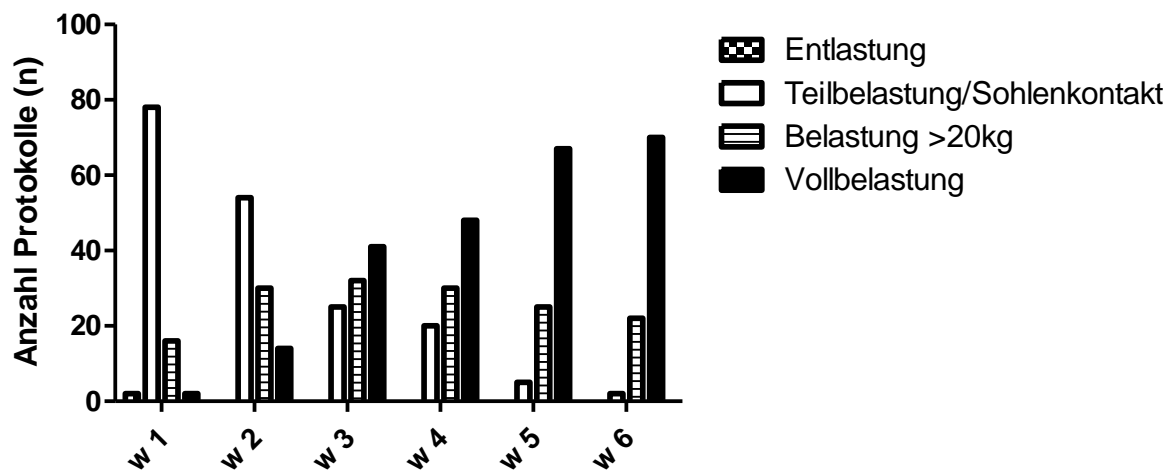


Abbildung 29: Belastung Weber B konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

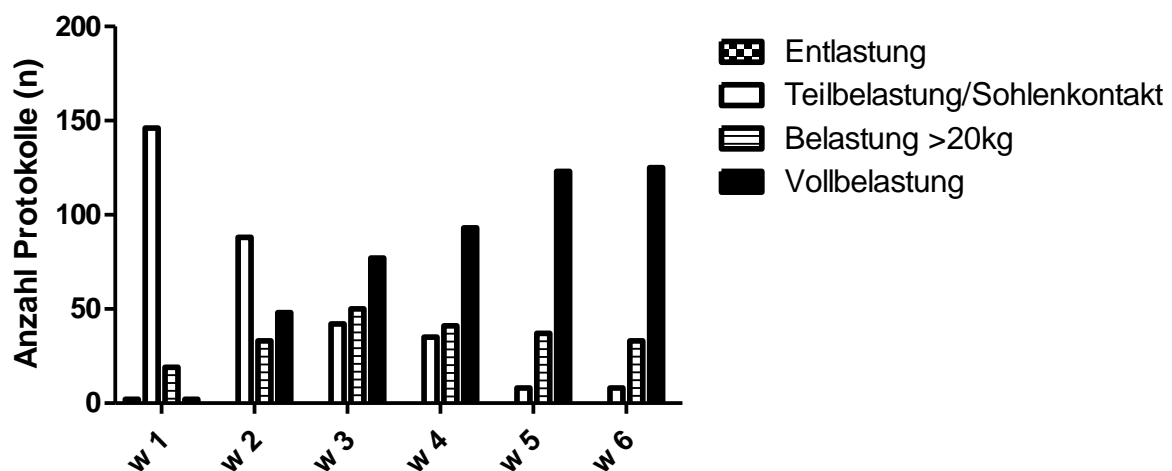


Abbildung 30: Belastung Weber B operativ postoperative Woche (w) 1-6

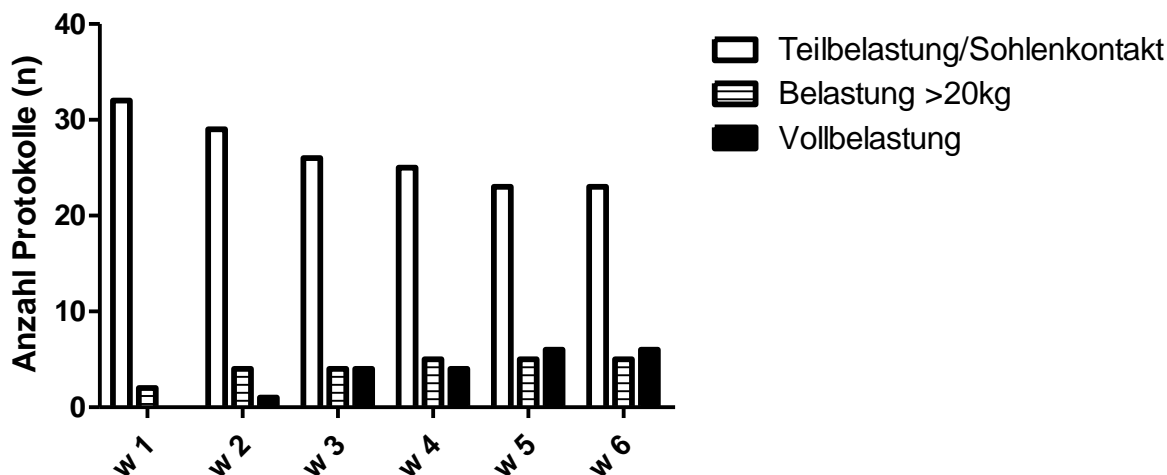


Abbildung 31: Belastung Weber B operativ mit Stellschraube postoperative Woche (w) 1-6

5.4.5 Bewegungsausmaß

Es wurde der zeitliche Verlauf des empfohlenen Levels der Immobilisierung oder ROM in Wochenschritten jeweils für eine konservative, operative Primärversorgung und operative Primärversorgung mit Stellschraube analysiert.

Dabei ergaben sich für die Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber B folgende Abstufungen: Eine Immobilisierung bei 0°, eine Immobilisierung bei 15°, eine ROM von -10/+10, eine ROM von -15/+15 und eine freie ROM.

Für eine konservative Primärversorgung ließ sich für die Mehrheit der Protokolle ein relativ übereinstimmender Trend von einer Immobilisierung in 0° für 4 Wochen hin zu einer ROM von -10/+10 im Anschluss festhalten. Dies zeigte sich daran, dass der Großteil der Protokolle in Woche 1 (87,8%) sowie auch noch in Woche 4 (54,1%) eine Teilbelastung und im Anschluss ab Woche 5 (77,3%) eine ROM von -10/+10 nahelegte (Abbildung 33).

Für eine operative Primärversorgung zeigte sich ein mit der konservativen Primärversorgung in weiten Teilen übereinstimmender Trend. Allerdings konnte beobachtet werden, dass der Übergang von einer Immobilisierung in 0° hin zu einer ROM von -10/+10 bereits in Woche 3 und somit früher vollzogen wurde. Dies konnte daran festgemacht werden, dass der Großteil der Protokolle in Woche 1 (94,0%) sowie auch noch in Woche 3 (67,3%) eine Teilbelastung und im Anschluss bereits ab Woche 4 (64,9%) eine ROM von -10/+10 empfahl (Abbildung 33-34).

Für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube zeigte sich wie bereits für die Entwicklung der Belastung ein abweichendes Bild. Im Sinne eines Schutzes der Syndesmosenversorgung wurde von der Mehrheit der Protokolle eine Immobilisierung in 0° für den gesamten Verlauf der Frührehabilitation beibehalten. Dies zeigte sich daran, dass der Großteil der Protokolle in Woche 1 (90,9%) und auch noch in Woche 6 (54,5%) eine Immobilisierung in 0° empfahl (Abbildung 33-35).

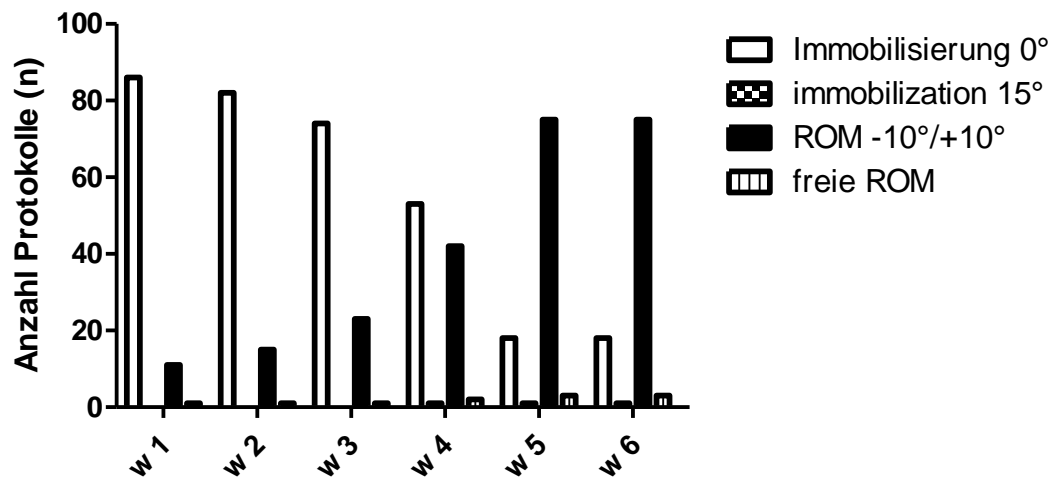


Abbildung 32: Bewegungsausmaß Weber B konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

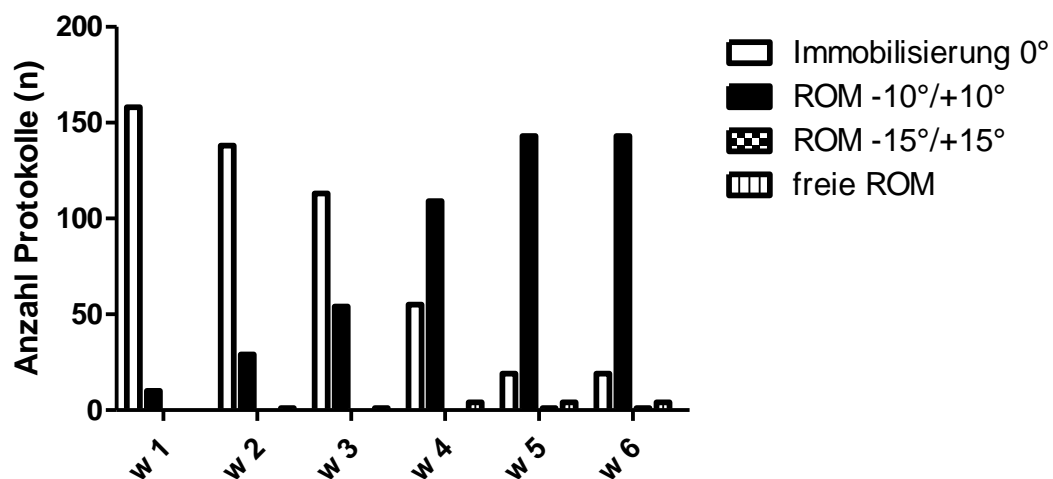


Abbildung 33: Bewegungsausmaß Weber B operativ postoperative Woche (w) 1-6

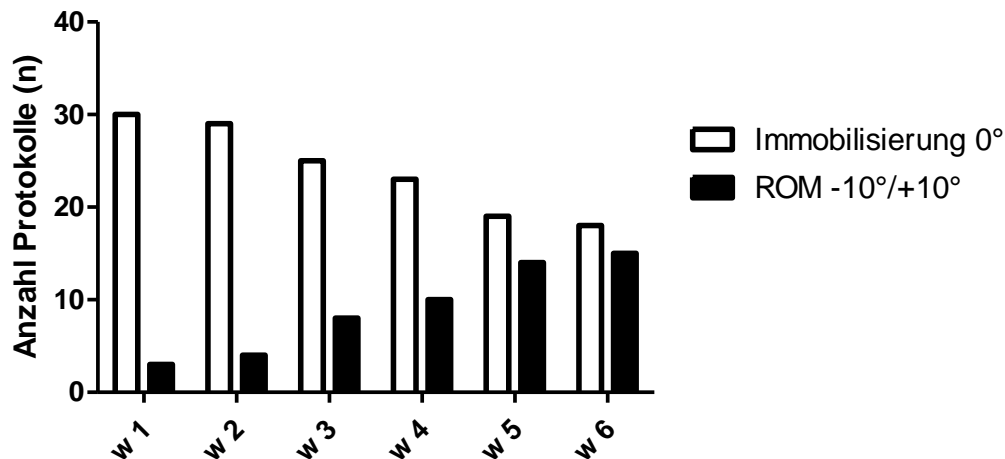


Abbildung 34: Bewegungsausmaß Weber B operativ mit Stellschraube postoperative Woche (w) 1-6

5.4.6 Physiotherapie

Es wurde der zeitliche Verlauf der expliziten Empfehlung zur Physiotherapie in Wochenschritten jeweils für eine konservative, für eine operative Primärversorgung und für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube analysiert. Über die Dauer, Intensität oder Form der Physiotherapie liegt keine Information vor.

Für eine konservative Primärversorgung zeigte sich der Trend zu einer Empfehlung zur Physiotherapie ab Woche 3. Dies ließ sich daran festmachen, dass in Woche 2 lediglich 40,8% der Protokolle, anschließend in Woche 3 aber bereits 61,2% der Protokolle eine explizite Empfehlung aussprachen (Abbildung 36).

Abweichend davon wurde für eine operative Primärversorgung von einem Großteil der Protokolle (69,9%) bereits ab Woche 1 explizit Physiotherapie empfohlen. Auch für eine operative Versorgung mit Stellschraube sprach die Mehrheit der Protokolle (58,5%) eine Empfehlung zur Physiotherapie bereits ab Woche 1 aus (Abbildung 36-38).

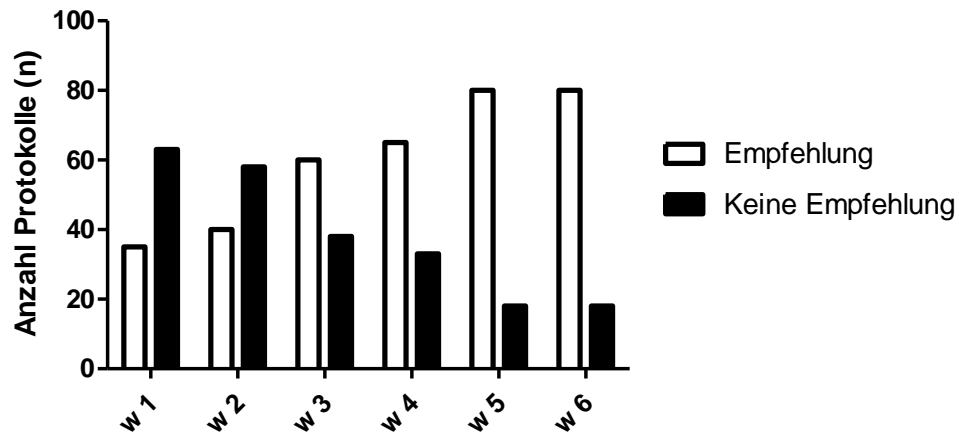


Abbildung 35: Physiotherapie Weber B konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

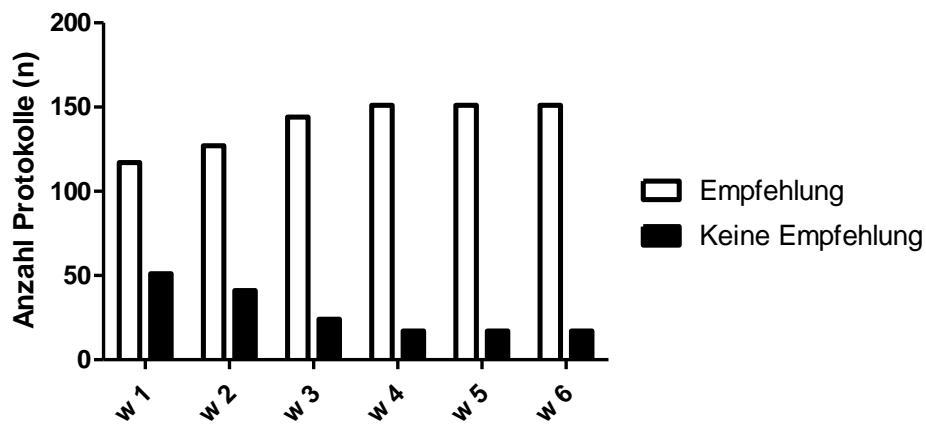


Abbildung 36: Physiotherapie Weber B operativ postoperative Woche (w) 1-6

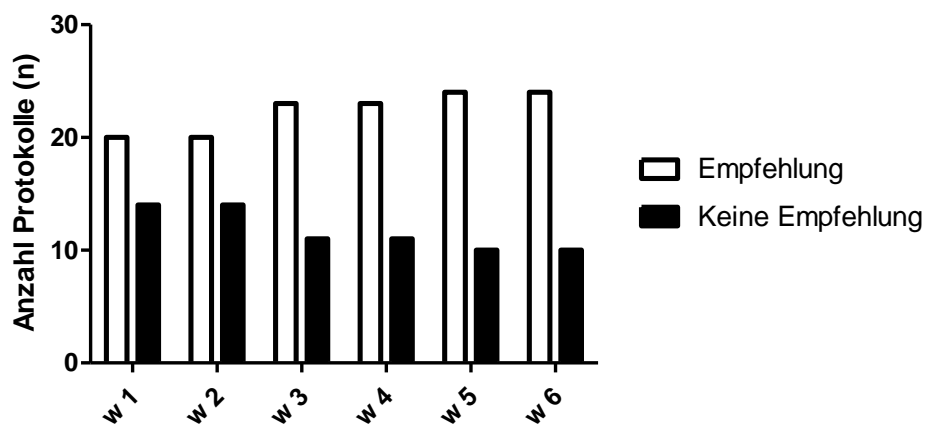


Abbildung 37: Physiotherapie Weber B operativ mit Stellschraube postoperative Woche (w) 1-6

5.5 Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber C

5.5.1 Verfügbarkeit der Protokolle

Von den insgesamt 213 Einrichtungen verfügten 98,1% über ein Nachbehandlungsschema für die Sprunggelenksluxationsfraktur vom Typ Weber C, im Folgenden für Tabellen und Abbildungen abgekürzt mit Weber C. Davon unterschied die Hälfte (51,7%) der Einrichtungen zwischen einer operativen und konservativen Primärversorgung. In Bezug auf die Protokolle für eine operative Primärversorgung wurde zudem zwischen einer Operationstechnik ohne und mit Stellschraube unterschieden. Von den Protokollen für eine operative Primärversorgung unterschieden 46,2% zwischen diesen Operationstechniken.

Es konnten somit 105 Protokolle für eine konservative Primärversorgung, 106 Protokolle für eine operative Primärversorgung und darunter 50 Protokolle speziell für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube analysiert werden.

5.5.2 Wahl der Orthese

In Bezug auf die Wahl der Orthese wurde analysiert, für welche Orthese die jeweilige Einrichtung für die Dauer der Nachbehandlung eine Empfehlung aussprach.

Für eine konservative Primärversorgung empfahlen alle Protokolle (100,0%) den Einsatz eines VACOped®, für eine operative Primärversorgung sahen 99,1% und für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube 98,0% einen VACOped® vor. Dieser kann somit als Standard der Nachbehandlung der Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber C angesehen werden (Abbildung 39).

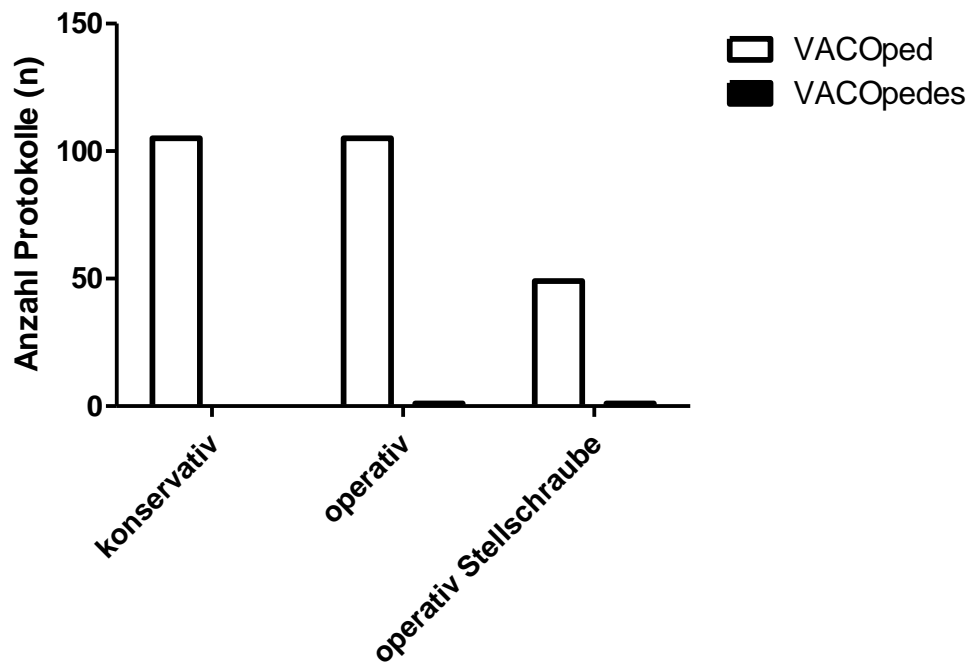


Abbildung 38: Wahl der Orthese Weber C

5.5.3 Tragdauer der Orthese

Die Tragdauer der Orthese wurde in Wochenschritten analysiert, wobei alle Schemata, die eine Tragdauer von mehr als 6 Wochen empfahlen, zusammengefasst wurden (6 Wochen +++).

Für alle drei Gruppen ließ sich eine Tragdauer der Orthese von 6 Wochen als Standard festhalten. Für eine konservative Primärversorgung empfahlen 95,2% der Protokolle, für eine operative Primärversorgung 93,4% der Protokolle und für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube 98,0% der Protokolle eine Tragdauer von 6 Wochen (Abbildung 40).

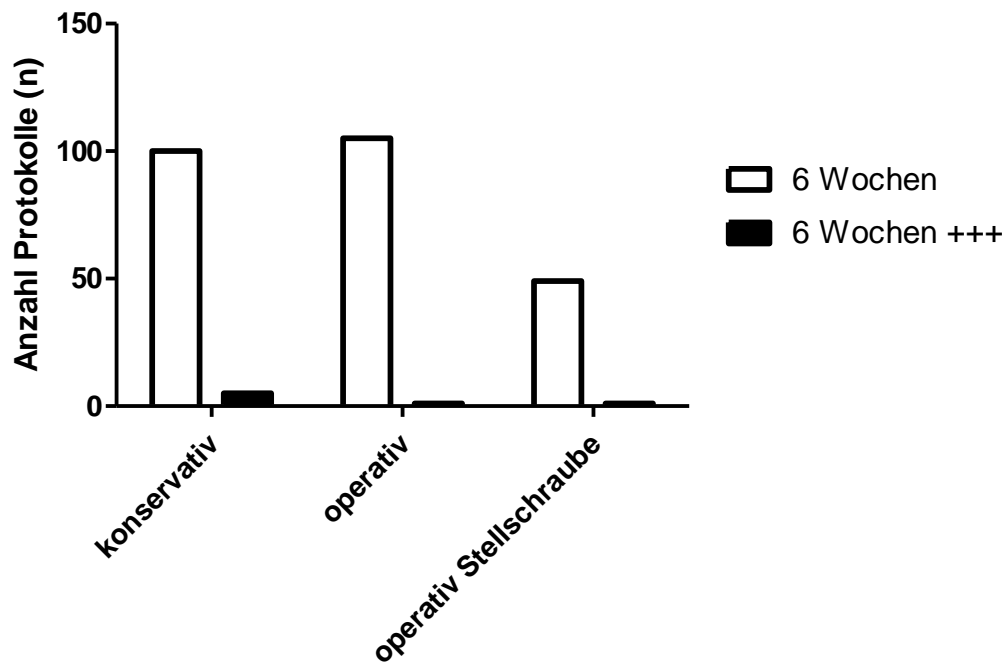


Abbildung 39: Tragdauer der Orthese Weber C

5.5.4 Belastung

Es wurde der zeitliche Verlauf des empfohlenen Levels der Belastung in Wochenschritten jeweils für eine konservative, für eine operative und für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube analysiert.

Für eine konservative Primärversorgung ließ sich ein Trend von einer anfänglichen Teilbelastung hin zu einer Vollbelastung ab Woche 4 festhalten, wobei doch deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Protokollen festzustellen waren. Dies konnte daran gezeigt werden, dass sich zwar ein Großteil der Protokolle in Woche 1 (93,9%) sowie auch noch in Woche 3 (40,0%) für eine Teilbelastung aussprach und die Mehrheit der Protokolle in der Folge ab Woche 4 (38,1%) eine Vollbelastung empfahl. Allerdings empfahlen in Woche 4 auch noch 35,2% der Protokolle eine Teilbelastung und 26,7% der Protokolle eine Belastung mit halbem Körpergewicht und selbst in Woche 6 sprachen sich lediglich 48,8% der Protokolle für eine Vollbelastung aus (Abbildung 41).

Für eine operative Primärversorgung ließ sich feststellen, dass ähnlich zu einer konservativen Primärversorgung ein Trend von einer anfänglichen Teilbelastung hin zu einer Vollbelastung festzuhalten war. Allerdings erfolgte hier der Übergang zur Vollbelastung ein wenig restriktiver erst in Woche 5. Dies konnte daran gezeigt werden, dass sich die Mehrheit der Protokolle in Woche 1 (89,6%) sowie auch noch in Woche 4 (51,9%) für eine Teilbelastung und erst ab Woche 5 mehrheitlich (37,7%) für eine Vollbelastung aussprachen. Allerdings war auch hier gerade in Woche 5 und in Woche 6 keine klare Übereinstimmung festzustellen. Dies ließ sich daraus ableiten, dass selbst in Woche 6 nur 42,5% der Protokolle eine Vollbelastung, aber auch noch 30,2% eine Teilbelastung und 27,4% eine Belastung mit halbem Körpergewicht empfohlen (Abbildung 41-42).

Für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube war festzustellen, dass die Belastung im Sinne eines Schutzes der Syndesmosenversorgung im Vergleich wesentlich zurückhaltender gesteigert wurde und somit die Mehrheit der Protokolle über den gesamten Verlauf lediglich eine Teilbelastung empfahl. Dies zeigte die Tatsache, dass sich der Großteil der Protokolle in Woche 1 (86,0%) und auch noch in Woche 6 (52,0%) für eine Teilbelastung aussprach (Abbildung 41-43).

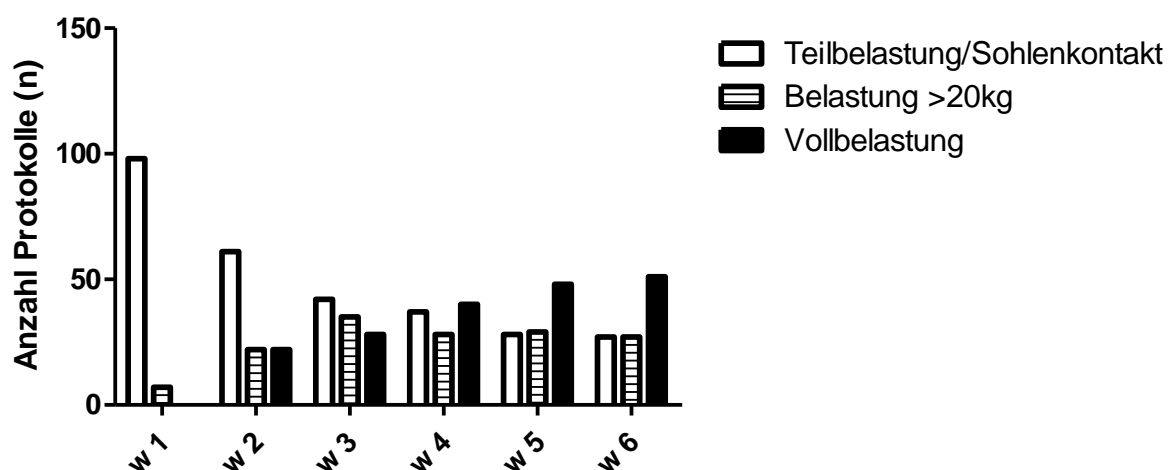


Abbildung 40: Belastung Weber C konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

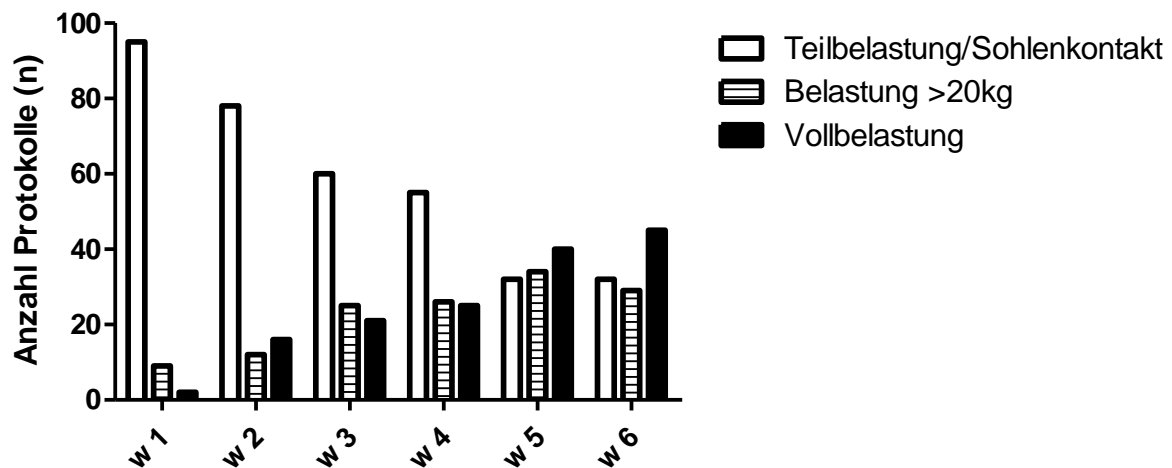


Abbildung 41: Belastung Weber C operativ postoperative Woche (w) 1-6

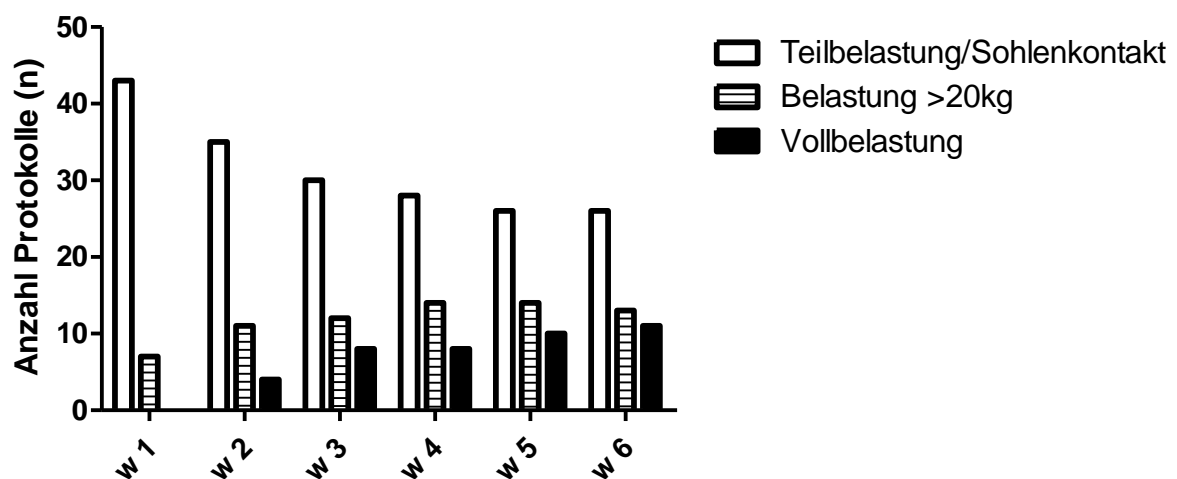


Abbildung 42: Belastung Weber C operativ mit Stellschraube postoperative Woche (w) 1-6

5.5.5 Bewegungsausmaß

Es wurde der zeitliche Verlauf des empfohlenen Levels der Immobilisierung oder ROM in Wochenschritten jeweils für eine konservative, für eine operative Primärversorgung und für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube analysiert.

Dabei ergaben sich für die Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Typ Weber C folgende Abstufungen, nachdem eine ROM von -10/+10 und -10/+20

zusammengefasst wurden: Eine Immobilisierung bei 0°, eine Immobilisierung bei 15°, eine ROM von -10/+10 und eine freie ROM.

Für eine konservative Primärversorgung ließ sich ein klarer Trend von einer anfänglichen Immobilisierung in 0° hin zu einer ROM von -10/+10 ab Woche 4 festhalten. Dies konnte daran gezeigt werden, dass sich die Mehrheit der Protokolle in Woche 1 (95,2%) sowie auch noch in Woche 3 (80,0%) für eine Immobilisierung in 0° und anschließend ab Woche 4 (58,1%) für eine ROM von -10/+10 aussprach (Abbildung 44).

Für eine operative Primärversorgung verlief die Entwicklung der Freigabe des Bewegungsausmaßes überwiegend einheitlich analog zur konservativen Primärversorgung. Dies zeigte sich darin, dass sich die Mehrheit der Protokolle in Woche 1 (93,4%) sowie auch noch in Woche 3 (67,9%) für eine Teilbelastung und anschließend ab Woche 4 (62,3%) für eine ROM von -10/+10 aussprach (Abbildung 44-45).

Für eine Primärversorgung mit Stellschraube konnte gezeigt werden, dass analog zur Entwicklung der Belastung auch für die Freigabe der Beweglichkeit restriktiver vorgegangen wurde. Dies ließ sich aus der Tatsache ableiten, dass sich die Mehrheit der Protokolle erst ab Woche 5 (56,0%) für eine Vollbelastung aussprach und selbst in Woche 6 noch ein großer Teil der Protokolle (38,0%) eine Immobilisierung bei 0° empfahl (Abbildung 44-46).

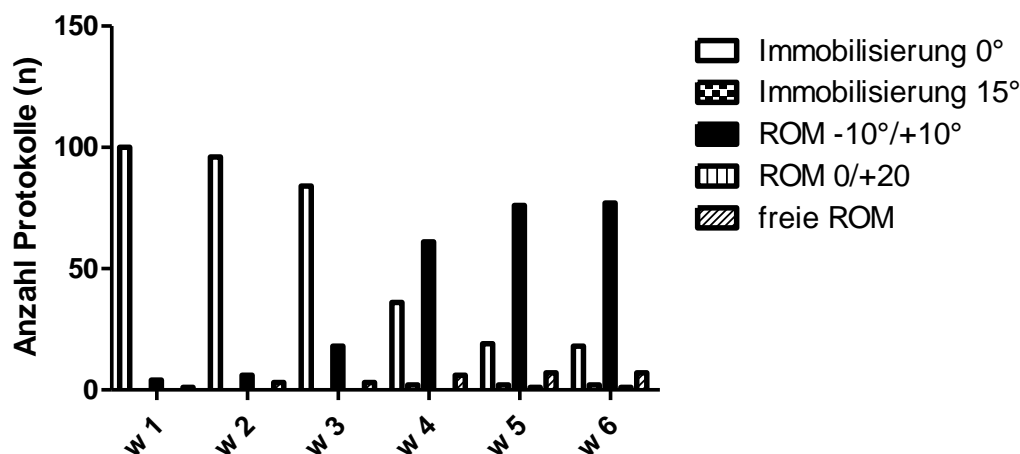


Abbildung 43: Bewegungsausmaß Weber C konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

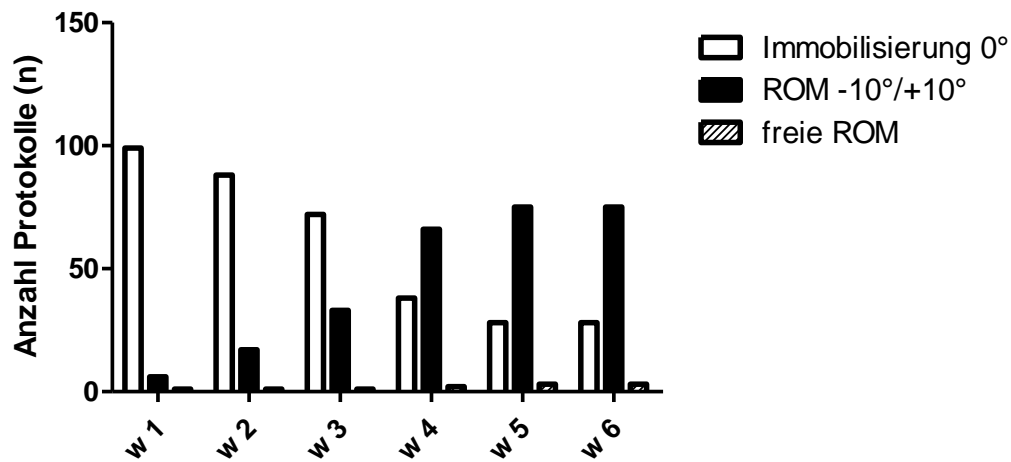


Abbildung 44: Bewegungsausmaß Weber C operativ postoperative Woche (w) 1-6

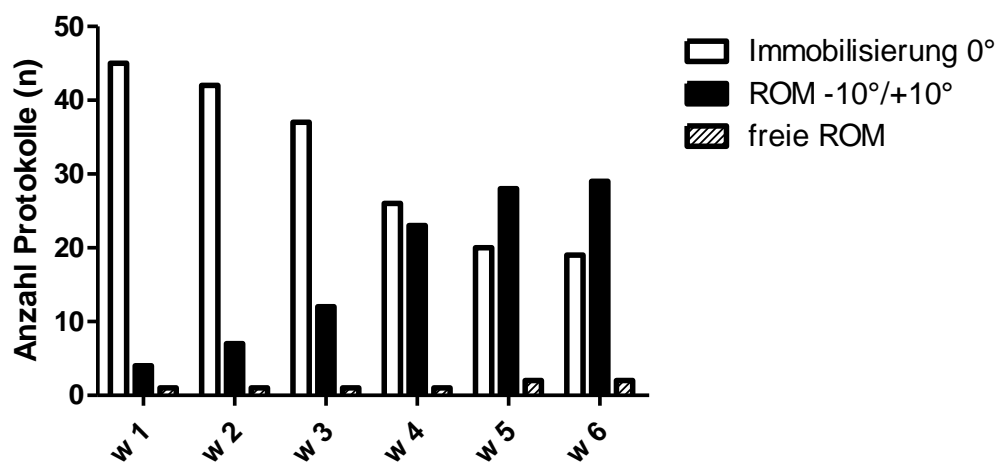


Abbildung 45: Bewegungsausmaß Weber C operativ mit Stellschraube postoperative Woche (w) 1-6

5.5.6 Physiotherapie

Es wurde der zeitliche Verlauf der expliziten Empfehlung zur Physiotherapie in Wochenschritten jeweils für eine konservative, operative Primärversorgung und operative Primärversorgung mit Stellschraube analysiert. Über die Dauer, Intensität oder Form der Physiotherapie liegt keine Information vor.

Für eine konservative Primärversorgung sprach sich der Großteil der Protokolle für den gesamten Verlauf der Nachbehandlung für eine Physiotherapie aus. So empfahl die klare Mehrheit bereits in Woche 1 (77,1%) Physiotherapie (Abbildung 47).

Analog dazu war auch für eine operative Primärversorgung festzuhalten, dass einheitlich eine klare Empfehlung zu Physiotherapie schon ab Woche 1 (76,4%) vorlag. Dies galt ebenfalls für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube, hier empfahlen 66,6% der Protokolle bereits in Woche 1 explizit Physiotherapie (Abbildung 47-49).

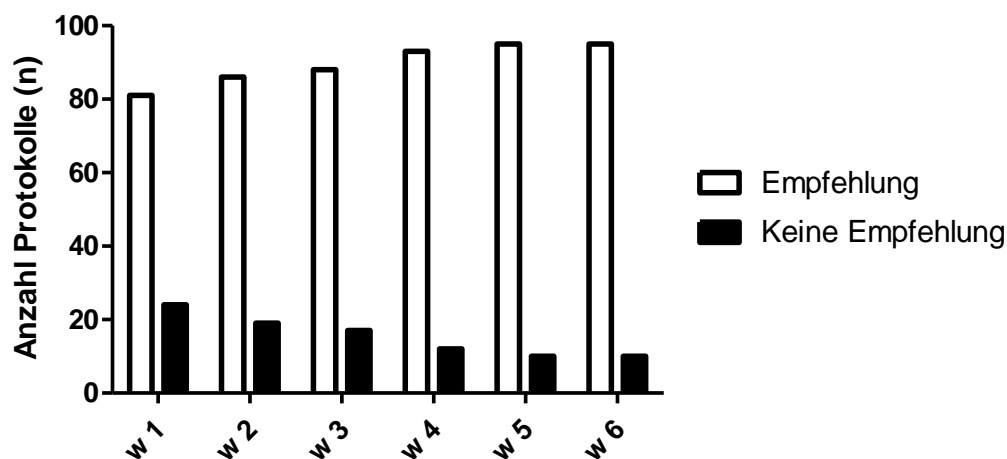


Abbildung 46: Physiotherapie Weber C konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

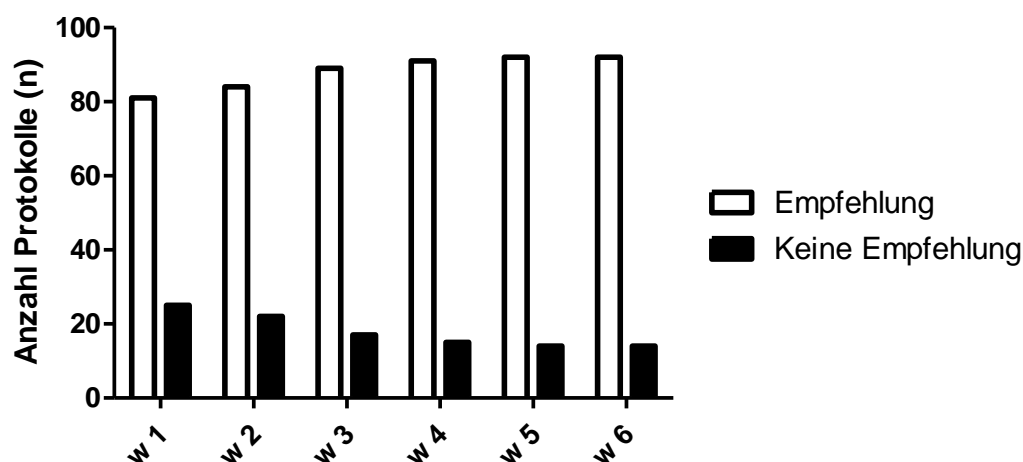


Abbildung 47: Physiotherapie Weber C operativ postoperative Woche (w) 1-6

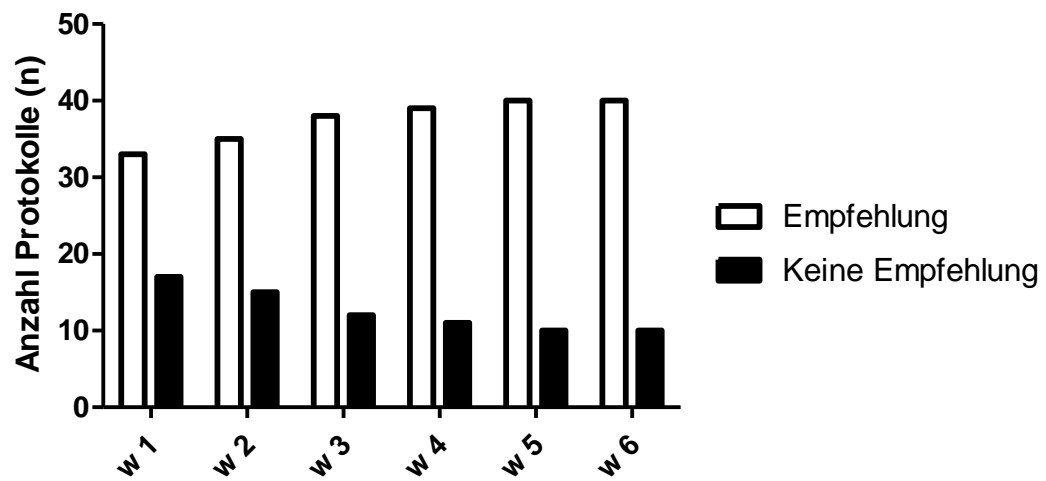


Abbildung 48: Physiotherapie Weber C operativ mit Stellschraube postoperative Woche (w) 1-6

5.6 Calcaneusfrakturen

5.6.1 Verfügbarkeit der Protokolle

Von den insgesamt 213 Einrichtungen verfügten 66,7% über ein Nachbehandlungsschema für die Calcaneusfrakturen. Davon unterschieden 59,2% zwischen einer operativen und konservativen Primärversorgung. Es lagen 72 Protokolle für eine explizit konservative Primärversorgung und 80 für eine explizit operative Primärversorgung vor. Für 58 Protokolle, die keine Unterscheidung vorsahen, wurde eine konservative Primärversorgung zu Grunde gelegt.

Es konnten somit insgesamt 130 Protokolle für eine konservativer Primärversorgung und 80 Protokolle für eine operative Primärversorgung analysiert werden.

5.6.2 Wahl der Orthese

In Bezug auf die Wahl der Orthese wurde analysiert, für welche Orthese die jeweilige Einrichtung für die Dauer der Nachbehandlung eine Empfehlung aussprach.

Für eine konservative Primärversorgung empfahlen 99,2% der Protokolle den Einsatz eines VACOped® und für eine operative Primärversorgung sahen 97,5 einen VACOped® vor. Damit kann der VACOped® als Standard für die Nachbehandlung der Calcaneusfrakturen angesehen werden (Abbildung 50).

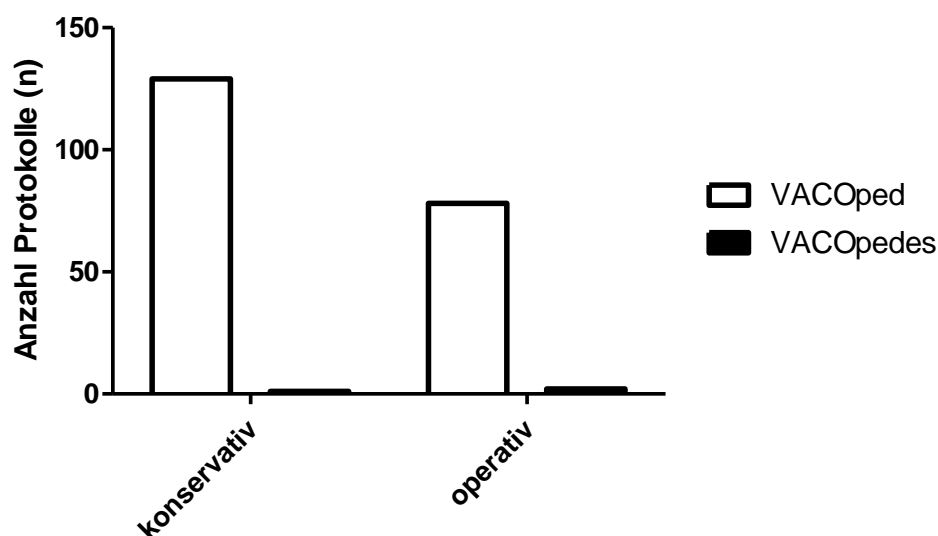


Abbildung 49: Wahl der Orthese Calcaneusfraktur

5.6.3 Tragdauer der Orthese

Die Tragdauer der Orthese wurde in Wochenschritten analysiert, wobei alle Schemata, die eine Tragdauer von mehr als 6 Wochen empfahlen, zusammengefasst wurden (> 6 Wochen).

Von der Mehrheit der Protokolle sowohl für eine konservative (88,4%) als auch für eine operative (92,5%) Primärversorgung wurden Calcaneusfrakturen überwiegend einheitlich für 6 Wochen mit einer Orthese versorgt (Abbildung 51).

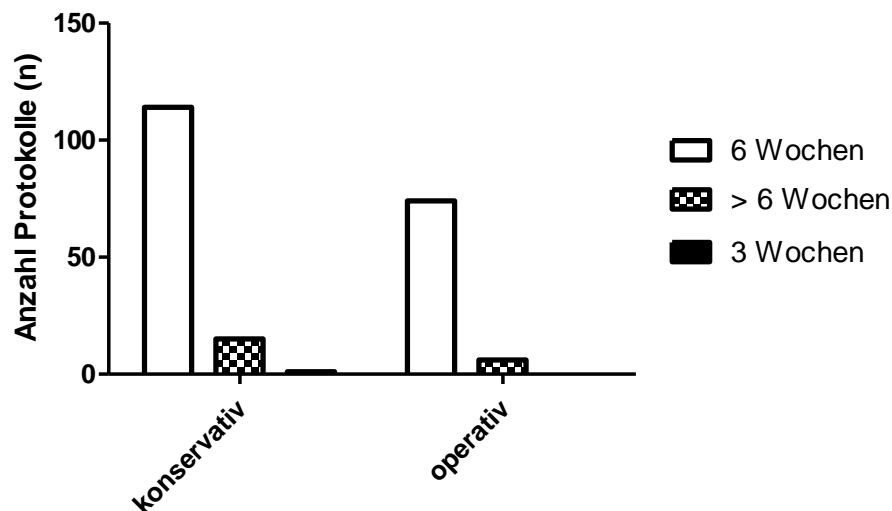


Abbildung 50: Tragdauer der Orthese Calcaneusfraktur

5.6.4 Belastung

Es wurde der zeitliche Verlauf des empfohlenen Levels der Belastung in Wochenschritten jeweils für eine konservative und operative Primärversorgung analysiert.

Für eine konservative Primärversorgung ließ sich festhalten, dass von einer klaren Mehrheit einheitlich für den gesamten Verlauf der frühen Phase der Rehabilitation lediglich eine Teilbelastung empfohlen wird. Dies zeigte die Tatsache, dass der Großteil der Protokolle in Woche 1 (95,4%) und auch noch in Woche 6 (78,5%) eine Teilbelastung nahelegte (Abbildung 52).

Für eine operative Primärversorgung zeigte sich ein sehr ähnliches Bild, allerdings wurde mehrheitlich die Belastung in Woche 6 erhöht. Dies ließ sich daran festmachen, dass ein Großteil der Protokolle in Woche 1 (96,3%) sowie auch noch in Woche 5 (82,5%) eine Teilbelastung und dann schließlich in Woche 6 schon (56,0%) eine Belastung mit halbem Körpergewicht empfahl (Abbildung 52-53).

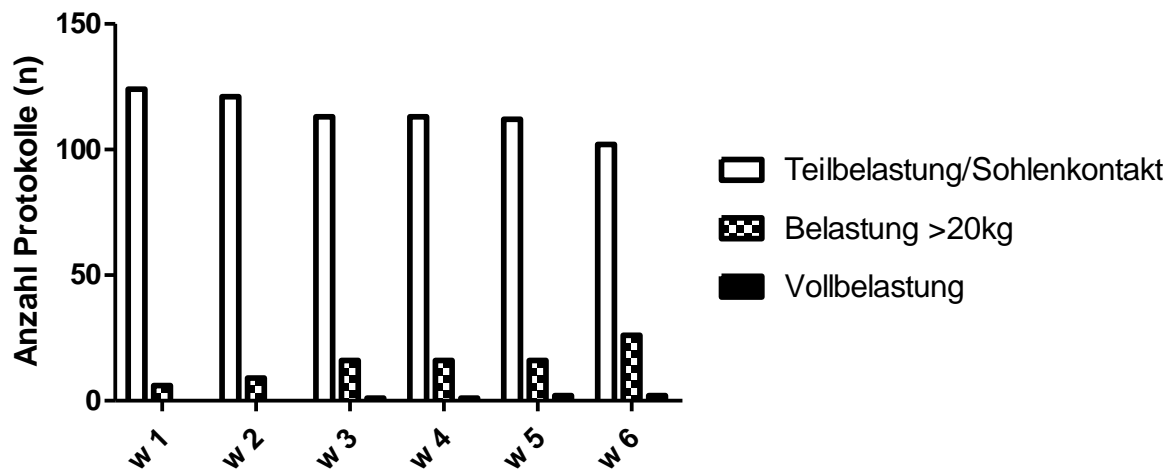


Abbildung 51: Belastung Calcaneusfraktur konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

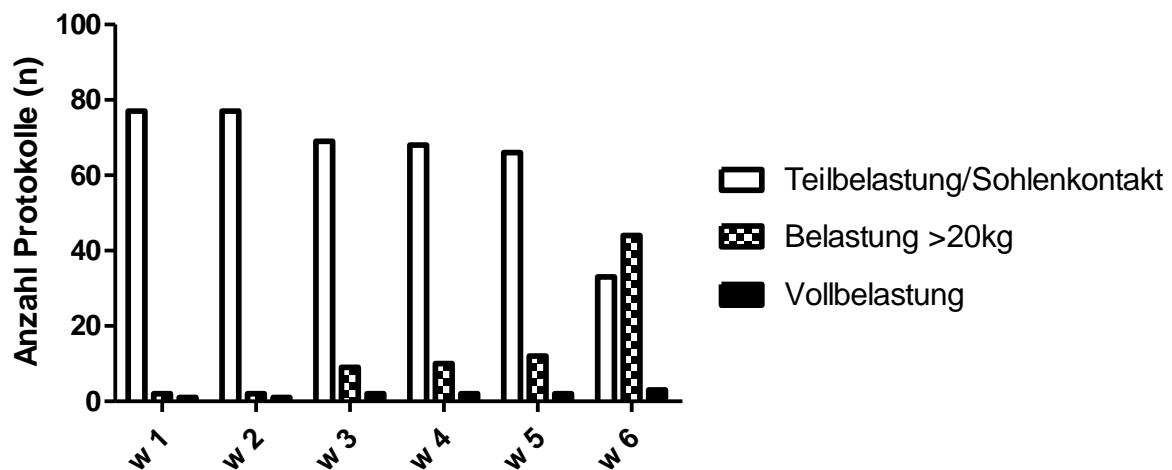


Abbildung 52: Belastung Calcaneusfraktur operativ postoperative Woche (w) 1-6

5.6.5 Bewegungsausmaß

Es wurde der zeitliche Verlauf des empfohlenen Levels der Immobilisierung oder ROM in Wochenschritten jeweils für eine konservative und operative Primärversorgung analysiert.

Dabei ergaben sich für die Calcaneusfrakturen folgende Abstufungen, nachdem die ROM von -15/+15 und die ROM von -15/+30 in -15/+15 zusammengefasst wurden: Eine Immobilisierung bei 0Grad, eine Immobilisierung bei -10Grad, eine ROM von -10/+10, eine ROM von -15/+15, sowie eine ROM ohne Einschränkung.

Für eine konservative Primärversorgung ließ ein sehr einheitlicher Trend von einer Immobilisierung in 0° bis in Woche 4 und einer anschließenden Freigabe der ROM von -10/+10 festhalten. Dies zeigte sich daran, dass die Mehrheit der Protokolle in Woche 1 (94,6%) sowie noch in Woche 4 (73,8%) eine Immobilisierung in 0° und ab Woche 5 (70,0%) eine ROM von -10/+10 empfahl (Abbildung 54).

Für eine operative Primärversorgung ergab sich ein sehr ähnliches Bild. Auch hier empfahl die Mehrheit der Protokolle überwiegend einheitlich in Woche 1 (100%) sowie noch in Woche 4 (70,9%) eine Immobilisierung in 0° und ab Woche 5 (89,9%) eine ROM von -10/+10 (Abbildung 54-55).

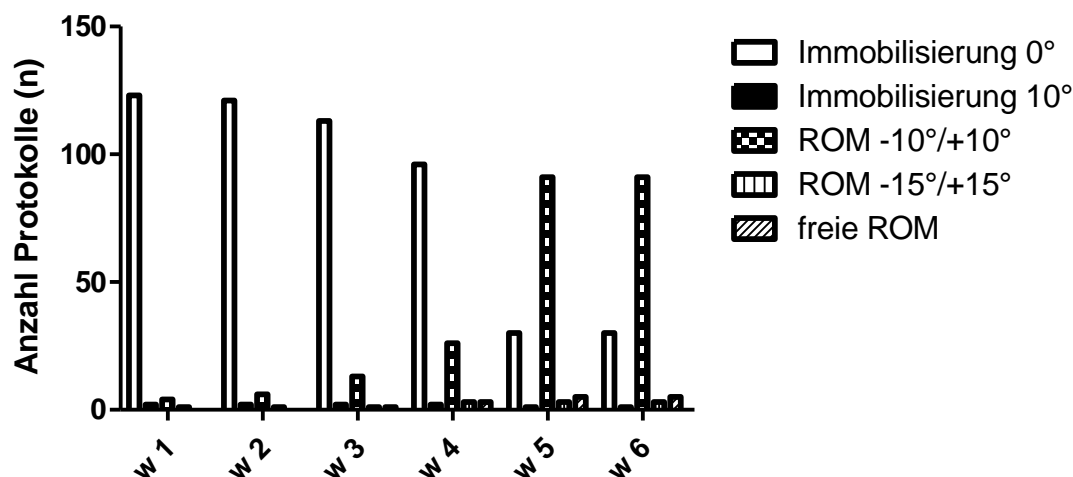


Abbildung 53: Bewegungsausmaß Calcaneusfraktur konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

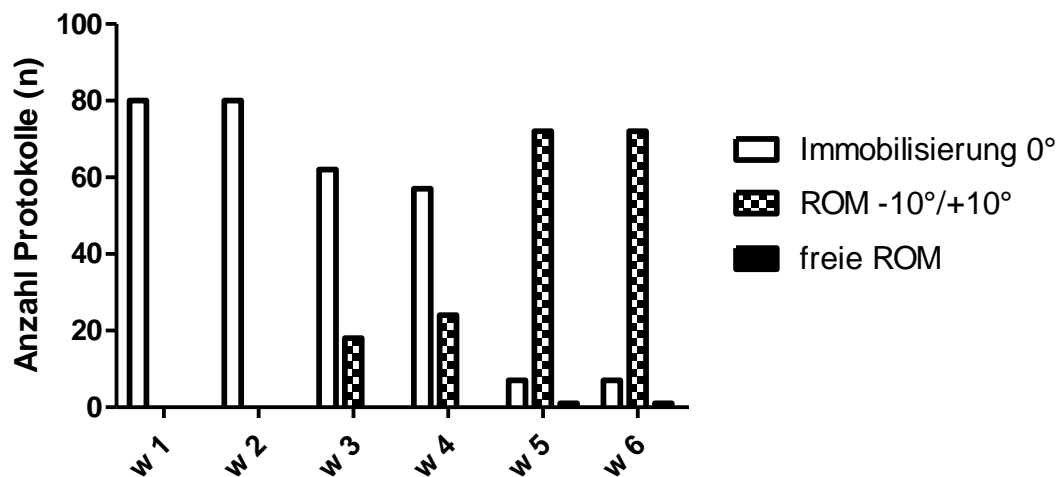


Abbildung 54: Bewegungsausmaß Calcaneusfraktur operativ postoperative Woche (w) 1-6

5.6.6 Physiotherapie

Es wurde der zeitliche Verlauf der expliziten Empfehlung zur Physiotherapie in Wochenschritten jeweils für eine konservative und operative Primärversorgung analysiert. Über die Dauer, Intensität oder Form der Physiotherapie liegt keine Information vor.

Für eine konservative Primärversorgung sprach sich die Mehrheit der Protokolle recht einheitlich erst ab Woche 3 (75,4%) für eine Physiotherapie aus. Im Gegensatz dazu empfahl für eine operative Primärversorgung der Großteil der Protokolle (71,3%) bereits ab Woche 1 explizit Physiotherapie (Abbildung 56-57).

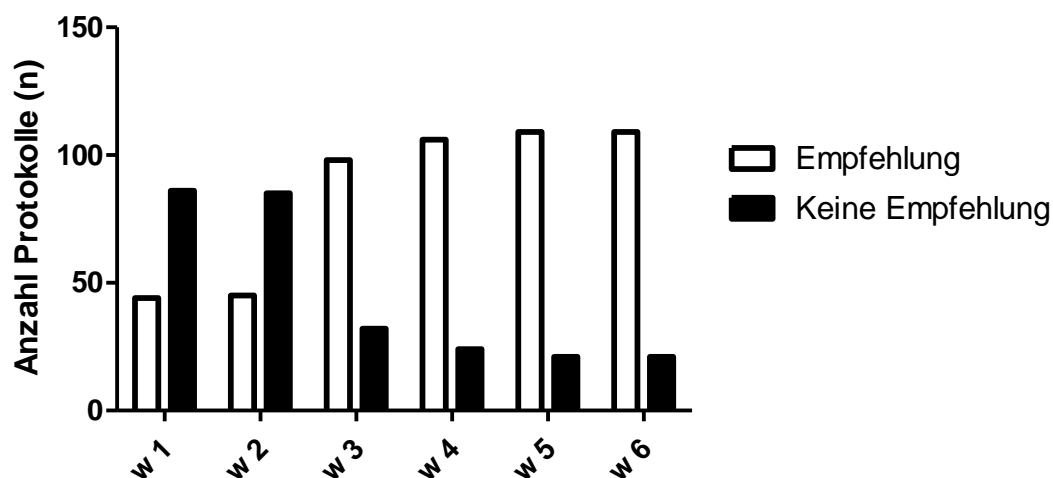


Abbildung 55: Physiotherapie Calcaneusfraktur konservativ posttraumatische Woche (w) 1-6

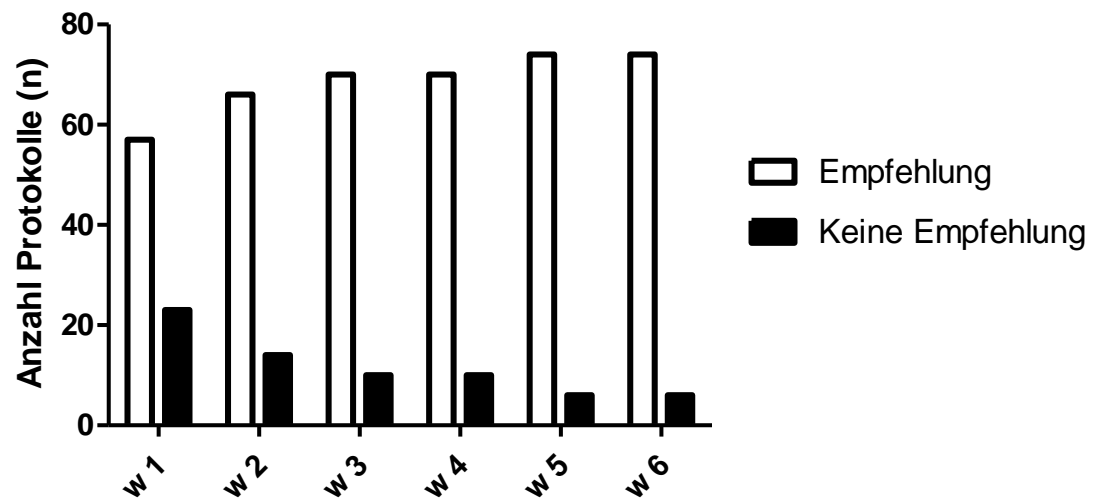


Abbildung 56: Physiotherapie Calcaneusfraktur operativ postoperative Woche (w) 1-6

6 Diskussion

6.1 Achillessehnenverletzungen – Ist eine frühzeitige funktionelle Nachbehandlung Standard?

Für Rupturen der Achillessehne - als die häufigsten Sehnenverletzungen der unteren Extremität - ist neben der Entscheidung zu einer konservativen oder operativen Primärversorgung vor allem die Nachbehandlung von großer Bedeutung für den Heilungsprozess und das langfristige Outcome. Aufgrund der Tatsache, dass fundierte Belege oder Richtlinien für eine optimierte Nachbehandlung nur eingeschränkt verfügbar sind, war es Ziel dieser Arbeit, aktuelle Nachbehandlungskonzepte zu Achillessehnenrupturen zu analysieren, speziell im Hinblick auf die Frage nach einheitlichen Empfehlungen und der Umsetzung einer frühzeitigen funktionellen Rehabilitation.

Aktuelle Metaanalysen zeigen zwar verschiedene Strategien für eine solche frühzeitige funktionelle Nachbehandlung auf, kommen aber ebenfalls zu dem Schluss, dass in Bezug auf die Frage der detaillierten Nachbehandlung konservativ oder operativ versorgter Achillessehnenrupturen kein Konsensus besteht (Mark-Christensen et al. 2016; Suchak et al. 2006). Es bleibt darüber hinaus unklar, ob eine spezifische Form der Rehabilitation überlegen ist (Kearney et al. 2012). Diesen Metaanalysen war es allerdings lediglich möglich, sechs (Suchak et al. 2006), sieben (Mark-Christensen et al. 2016) oder neun (Kearney et al. 2012) randomisierte oder quasi-randomisierte Studien miteinzubeziehen. Sie schlussfolgern übereinstimmend, dass weitere randomisierte kontrollierte Studien notwendig sind, um die Nachbehandlung für Achillessehnenverletzungen zu optimieren.

Für ein effektives Design solcher Studien muss allerdings der aktuelle Standard in der entsprechenden Versorgung bekannt sein. Daher wurden in dieser Arbeit Nachbehandlungskonzepte für operativ und konservativ primärversorgte Achillessehnenverletzungen analysiert, die auf eine variable Orthese mit Vakuumkissen zurückgreifen und somit eine frühzeitige funktionelle Rehabilitation überhaupt ermöglichen. Der überwiegende Teil der analysierten Protokolle wurde von regionalen Kliniken ausgearbeitet und zur Verfügung gestellt, die einen Großteil der Versorgung von Achillessehnenverletzungen durchführen und somit besonders repräsentativ sind. Interessanterweise verfügen viele Einrichtungen (66,6%) über ein Nachbehandlungskonzept spezifisch für eine operative Primärversorgung, während

nur ein Drittel der Einrichtungen (33,3%) ein Nachbehandlungskonzept spezifisch für eine konservative Versorgung anbietet. Ebenso auffällig ist die große Zahl an Einrichtungen (42,6%), die im Hinblick auf die Primärversorgung gar nicht erst unterscheidet. Der Grund für diese beiden Auffälligkeiten könnte darin liegen, dass in den entsprechenden Einrichtungen der Grundsatz verfolgt wird, konservativ versorgte Achillessehnenverletzungen automatisch analog zu den operativ versorgten zu behandeln.

Als vor vier bis fünf Jahrzehnten eine operative Versorgung stark propagiert wurde, führte der entstehende Bedarf an postoperativen Nachbehandlungskonzepten zu vielen verschiedenen Strategien (Wills et al. 1986; Gillies und Chalmers 1970). In diesen traditionellen Konzepten der „Immobilisation und Remobilisation“ wurde eine initiale Immobilisation mit Hilfe eines Gipsverbandes in Spitzfußstellung unter vollständiger Entlastung bevorzugt (Gruber J, Giza E, Zachazewski J, Mandelbaum 2013). Aktuelle Forschungsergebnisse haben allerdings zu einer von Beginn an progressiveren Nachbehandlung und Physiotherapie geführt, die eine frühzeitige Beweglichkeit und Belastung bevorzugt (Khan et al. 2005; Saleh et al. 1992). Mehrere zeitgemäße Studien, darunter auch zwei Metaanalysen, zeigten zudem, dass eine frühzeitige funktionelle Nachbehandlung zu einer erhöhten Anzahl an als exzellent eingestuften subjektiven Bewertungen geführt hat und gleichzeitig nicht mit einer höheren Rate an Re-Rupturen im Vergleich zu einer Immobilisation einherging (Mark-Christensen et al. 2016; Suchak et al. 2006; Sorrenti 2006; Porter et al. 2014). Bestanden für die traditionellen Nachbehandlungskonzepte noch Unterschiede in der Rate an Re-Rupturen zwischen einer operativen und konservativen Versorgung von Achillessehnenverletzungen, so konnten auch diese durch die Einführung einer frühzeitigen funktionellen Rehabilitation kompensiert werden (Soroceanu et al. 2012). Kearney et al. (Kearney et al. 2012) legten für Nachbehandlungskonzepte für Achillessehnenrupturen vier Hauptbestandteile nahe: Grad der Plantar-Flexion, Wahl der Orthese, Tragdauer der Orthese und physiotherapeutische Bewegung. Diese vier Bestandteile waren analog auch der Fokus dieser Arbeit. Einige Studien untersuchten zudem den Einfluss der Belastung auf die Rate an Re-Rupturen und das funktionelle Outcome (Young et al. 2014; Costa et al. 2006). Dabei konnten keine signifikanten Vorteile einer frühzeitigen oder sofortigen Belastung auf diese beiden Parameter festgestellt werden. Es überrascht somit nicht, dass für den Übergang von einer Entlastung zu einer Teilbelastung innerhalb der ersten beiden

Wochen viele verschiedene Empfehlungen in der Literatur vorliegen (Huang et al. 2015; Gruber J, Giza E, Zachazewski J, Mandelbaum 2013).

Es konnte vor diesem Hintergrund in der vorliegenden Studie gezeigt werden, dass alle Protokolle eine sofortige Teilbelastung nahelegten und somit der Versuch eines Umsetzens einer frühen funktionellen Nachbehandlung erkennbar ist. Der Übergang der Teilbelastung zu einer Belastung mit halbem Körpergewicht erfolgt dann für eine operative Primärversorgung in den meisten Fällen nach 2-3 Wochen und 75% der Protokolle geben schließlich eine Vollbelastung bereits ab Woche 5 frei. Die Empfehlungen für eine konservative Primärversorgung unterscheiden sich davon nicht wesentlich. Insgesamt war aber aufgrund der Vielzahl verschiedener Empfehlungen auch kein klarer Standard nachvollziehbar.

Während in Bezug auf eine konservative Behandlung eine Plantar-Flexion entscheidend ist, um eine Annäherung der Achillessehnenstümpfe zu begünstigen und somit eine effektive Heilung zu ermöglichen, sorgt sie in Bezug auf eine operative Versorgung vor allem für einen Schutz der entsprechenden Naht. Dies geschieht in beiden Fällen durch eine Reduzierung der Spannung des Muskel-Sehnen-Komplexes. Noch 1980 empfahlen auf Grundlage dieser Vorstellung Smart et al. (Smart GW, Taunton JE, Clement DB 1980) eine totale Entlastung für 4-6 Wochen in Verbindung mit einer Immobilisation in einem Gipsverband in 15-30° Plantar-Flexion für bis zu 8 Wochen. Auch weitere Arbeitsgruppen empfahlen im Laufe der 1970er (Lea und Smith 1972) und 1980er (Carden et al. 1987; Williams JGP 1986) Jahre eine Immobilisation im Gipsverband, speziell für eine Nachbehandlung in Folge einer operativen Primärversorgung. Aktuelle Forschungsergebnisse konnten allerdings auch in diesem Bereich zeigen, dass eine Immobilisation über einen längeren Zeitraum mit einem Nachteil für eine effektive intrinsische Heilung der Achillessehne einhergeht, sowohl für eine operative als auch für eine konservative Versorgung. So zeigten Palmes et al. (Palmes et al. 2002) in einem Versuchsmodell an Mäusen für operativ versorgte Achillessehnenverletzungen eine signifikant schnellere Wiederherstellung der Tragkraft, der Verflechtung der Tendinozyten und somit der gesamten Bandstruktur für eine frühzeitige Mobilisation im Gegensatz zu einer Immobilisation. Des Weiteren hatte in einem Versuchsmodell an Ratten der Grad der Plantar-Flexion keinen Einfluss auf die Heilung der Achillessehne, führte aber zu einer erhöhten Atrophie der Wadenmuskulatur bei

zunehmender Plantar-Flexion (Rantanen et al. 1999). Während diese Ergebnisse für Kleintiere gut dokumentiert sind, gibt es wenig Evidenz in Bezug auf histologische oder biomechanische Einflussfaktoren auf den Heilungsprozess der Achillessehne beim Menschen. Die meisten vergleichenden Studien zeigen zwar ein besseres Outcome für eine frühzeitige funktionelle Rehabilitation, allerdings sind diese Ergebnisse für die Faktoren Re-Rupturen und größere Komplikationen nicht statistisch signifikant. Es lässt sich in diesen vergleichenden Studien aber durchaus eine höhere Patientenzufriedenheit in der Gruppe der frühen funktionellen Rehabilitation feststellen (Mark-Christensen et al. 2016).

Für die Empfehlungen bezüglich der Entwicklung Freigabe der Beweglichkeit lassen die Ergebnisse der vorliegenden Studie den Schluss zu, dass eine frühzeitige funktionelle Nachbehandlung in diesem Bereich noch nicht umgesetzt wird. Die Entwicklung von einer Immobilisierung in Spitzfußstellung hin zu einer Immobilisierung in 0° dominiert nach wie vor die Empfehlungen der Protokolle. Nur in sehr geringem Umfang kann die Freigabe einer ROM festgehalten werden. Auch zeigt sich in Bezug auf die Entwicklung der Freigabe der Beweglichkeit zwar ein Trend jeweils für eine konservative, operative und allgemeine Nachbehandlung, aber ein klarer Standard kann auch hier nicht abgeleitet werden.

Interessanterweise geben Einrichtungen, die in der vorliegenden Studie zwischen einer operativen und konservativen Primärversorgung unterschieden, frühzeitiger eine Erhöhung der Belastung von Teilbelastung zu einer Belastung mit halbem Körpergewicht frei. Jedoch waren diese Einrichtungen wiederum noch restriktiver in Bezug auf die Rückkehr in eine neutrale Sprunggelenksposition als Einrichtungen, die nicht zwischen operativer und konservativer Primärversorgung unterschieden. Sowohl für eine operative als auch für konservative Primärversorgung wird von unterscheidenden Einrichtungen eine für mindestens eine Woche längere Spitzfußposition empfohlen als von Einrichtungen mit nur einem allgemeinen Nachbehandlungskonzept. Zudem lässt sich festhalten, dass 60% dieser Einrichtungen mit einem lediglich allgemeinen Nachbehandlungskonzept Physiotherapie schon ab der ersten Woche empfehlen, was im Vergleich zu den spezifischen Protokollen als sehr frühzeitig einzuordnen ist. Diese Studie kann allerdings keine exakten physiotherapeutischen Behandlungen unterscheiden, die für

eine Achillessehnenverletzung von Bewegungsübungen und Lymphdrainage bis hin zu physikalischer oder manueller Therapie reichen.

Nachbehandlungsprotokolle sind nicht nur ein wichtiges Hilfsmittel in Bezug auf die Standardisierung und transparente Gestaltung von Behandlungsvorgängen, sondern vor allem stellen sie eine hilfreiche Richtlinie für Patienten und Physiotherapeuten dar. Patienten werden oftmals schon direkt nach der Diagnose oder Operation von ihrem Arzt über die Strategie und den Verlauf der Nachbehandlung informiert und setzen diese anschließend zu Hause mit oder ohne Physiotherapeuten um. Dabei ist als Gedankenstütze ein schriftliches, transparentes und leicht verständliches Nachbehandlungskonzept entscheidend für die Compliance der Patienten und das resultierende Outcome. Mit der Einführung funktioneller Gipsverbände und dynamischer Orthesen in den später 1990er Jahren hat sich die Umsetzbarkeit und auch das Management einer funktionellen Nachbehandlung verbessert, da sich vor allem Anpassung an individuelle Bedürfnisse sowohl für Patienten als auch für Ärzte wesentlich angenehmer und effektiver gestaltet (Stockle et al. 2000; Ecker et al. 2016).

Obwohl die Ergebnisse dieser Studie eine teilweise vorhandene Tendenz zu einer frühzeitigen funktionellen Nachbehandlung erkennen lassen, lässt sich immer noch eine große Vielfalt und Vielzahl unterschiedlicher Nachbehandlungskonzepte und Nachbehandlungsstrategien feststellen. Deshalb stellt es sich auch als schwierig dar, jeweils einen Goldstandard für die Nachbehandlung von operativ oder konservativ versorgten Achillessehnenrupturen abzuleiten.

Allerdings ist die Nachfrage nach individualisierten Nachbehandlungskonzepten, die patientenbezogene Risikofaktoren mit einbeziehen, hoch. Vielfältige patientenbezogene Einflussfaktoren auf den Heilungsprozess wie Alter, Komorbiditäten und auch Compliance müssen bei der Erstellung eines solchen individualisierten Protokolls berücksichtigt werden. Deshalb wäre es sinnvoll, einen Anhaltspunkt in Form eines Standards des jeweiligen Nachbehandlungskonzeptes zur Verfügung zu stellen, von dem aus dann individualisiert eine Anpassung an den Patienten und seine Bedürfnisse und Voraussetzungen erfolgen kann.

6.2 Sprunggelenksluxationsfrakturen und Calcaneusfrakturen – Gibt es einheitliche Empfehlungen?

Stabilisierung und Nachbehandlung von Frakturen des Sprunggelenkes und des Rückfußes nehmen einen großen Prozentsatz der Routinearbeit in unfallchirurgischen Zentren und Kliniken ein (Ovaska et al. 2015; Chummun et al. 2015; Berlusconi et al. 2014; Barnes et al. 2014; Yousri und Jackson 2015). Eine entsprechende Nachbehandlung und Rehabilitation sind weithin als wichtigste Erfolgsfaktoren für ein gutes bis exzellentes funktionelles Outcome anerkannt, vor allem auch im Bereich der intraartikulären Frakturen. Nachbehandlungskonzepte in schriftlicher Form sind dementsprechend wichtig als transparente Richtlinien für Ärzte, Patienten, Physiotherapeuten und weitere, in den Nachbehandlungsprozess involvierte Personen. Vor diesem Hintergrund gibt es auch im Bereich der Sprunggelenksluxationsfrakturen und Calcaneusfrakturen eine lebendige Diskussion in Bezug auf entsprechende Nachbehandlungskonzepte für den Verlauf der klinischen Versorgung und insbesondere die frühe Phase der Rehabilitation. In dieser Studie wurden deshalb die aktuellen Nachbehandlungskonzepte für operativ und konservativ versorgte Frakturen des Sprunggelenks und des Rückfußes analysiert und verglichen um ein Abbild der tatsächlichen klinischen Anwendung darstellen zu können.

In letzter Zeit wurden einige systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen veröffentlicht, die sich mit Nachbehandlungskonzepten für Sprunggelenksluxationsfrakturen auseinandersetzen (Smeeing et al. 2015; Keene et al. 2014; Lin et al. 2012; Smith und Davies 2008). Allerdings beanstanden diese systematischen Reviews eine niedrige Qualität der betrachteten Studien und auch die Anzahl der analysierten Studien liegt mit einer maximalen Zahl von 25 in einem niedrigen Bereich (Smeeing et al. 2015). Vor allem für das Feld der Calcaneusfrakturen finden sich Nachbehandlungsstrategien lediglich in einigen wenigen einzelnen Studien und eine systematische Übersicht kann somit gar nicht erst herangezogen werden. Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass Rückfußfrakturen hauptsächlich mit Gipsverbänden und progressiver Teilbelastung sehr einheitlich sowohl für eine konservative als auch operative Primärversorgung behandelt werden.

Aktuelle, systematische Reviews legen nahe, dass eine frühzeitige Mobilisierung für Sprunggelenksluxationsfrakturen und Rückfußfrakturen zu einer frühzeitigen

Rückkehr ins Arbeitsleben oder zu täglichen Aktivitäten führt und zusätzlich mit einer leicht reduzierten Infektionsgefahr einhergeht (Smeeing et al. 2015). Allerdings wurde in Bezug auf die Freigabe der Beweglichkeit des oberen Sprunggelenks für eine frühzeitige Mobilisierung keine Angabe bezüglich einer entsprechenden ROM gemacht. Die Ergebnisse dieser Studie, die für Nachbehandlungen von Sprunggelenksluxationsfrakturen sehr klar übereinstimmend eine Immobilisierung für den Zeitraum unmittelbar nach der Verletzung oder Operation und eine erst im Verlauf zunehmende ROM bis hin zu Woche 6 nahelegen, lassen sich vor diesem Hintergrund relativ restriktiv einordnen.

In Bezug auf eine Freigabe der Belastung lässt sich ein analoger Trend festhalten. Die Mehrzahl der Protokolle sprach für die unmittelbare Zeit nach der Verletzung oder Operation eine Empfehlung zur Teilbelastung und eine entsprechende Steigerung der Belastung im Verlauf bis hin zur Vollbelastung in Woche 6 aus. Allerdings zeigten sich für die Nachbehandlungsstrategien in Bezug auf die Freigabe der Belastung wesentlich deutlichere Unterschiede zwischen den Einrichtungen als für die Freigabe der Beweglichkeit. Dies könnte auf im Vergleich restriktiver gestaltete Richtlinien vor allem von Einrichtungen zurückzuführen sein, die mit einer höheren Anzahl an Frakturen bei Patienten mit erhöhter Knochenbrüchigkeit konfrontiert sind.

Zudem wurden vor allem Sprunggelenksluxationsfrakturen mit Syndesmosen-Verletzung und Einsatz einer Stellschraube zur Versorgung dieser Syndesmosen-Beteiligung von einem Großteil der eingeschlossenen Einrichtungen restriktiver vor Bewegung und Belastung im Verlauf der ersten 6 Wochen nach Operation geschützt. Dies zeigt sich in der Tatsache, dass nur knapp über 50% der Einrichtungen eine funktionelle Beweglichkeit mit einer ROM des oberen Sprunggelenks zwischen 10° Plantar-Flexion und 10° Dorsal-Extension in Woche 6 freigeben. Diese restriktive Nachbehandlung zielt darauf ab, die stabilisierte Syndesmose bis zu deren vollständiger Heilung zu schützen. Kürzlich veröffentlichten Gennis et al (Gennis et al. 2015) eine retrospektive Studie über eine Weitung der Syndesmose nach Fixierung mit einer Stellschraube. In dieser konnte im Langzeitverlauf kein Unterschied in der Weite der Syndesmose bei voller Belastung und freigegebener ROM zwischen Patienten mit gebrochenen oder losen Schrauben und Patienten mit intakten Schrauben festgestellt werden. Es bleibt allerdings noch offen, ob ein

Schraubenbruch oder eine Schraubenlockerung lediglich im Verlauf der ersten 6 Wochen ein ähnliches Resultat erzielt und welches generelle Konzept der Nachbehandlung zum Schutze der Syndesmose am geeignetsten ist. Während nach wie vor der wichtigste Faktor für ein gutes Outcome nach Verletzung unter Beteiligung der Syndesmose eine korrekte anatomische Reposition darstellt (Weening und Bhandari 2005), ist weiterhin keine Evidenz verfügbar, die entsprechende Auswirkungen einer frühzeitigen funktionellen Rehabilitation auf die Syndesmosen-Stabilität und Syndesmosen-Weite aufzeigen kann. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass im Moment keine Daten vorliegen, die nahelegen, dass ein Schutz der Syndesmose durch eingeschränkte Belastung und Beweglichkeit zu besseren Langzeitergebnissen führt.

Eine spezielle Situation stellen Frakturen im Bereich von Bandansätzen dar, die mit einer verzögerten Heilung und schlechterem Outcome einhergehen und dementsprechend angemessen immobilisiert werden müssen. Diese Situation trifft vor allem für Calcaneusfrakturen mit Ausriss der Achillessehne zu, die sich einer erhöhten Spannung aufgrund des Sehnenansatzes ausgesetzt sehen. Für diese spezielle Situation sah jedoch keine der eingeschlossenen Institutionen eine gesonderte Stabilisierung oder Immobilisierung im Verlauf der Nachbehandlung vor. Zu welchem Grad sich die betrachteten Einrichtungen dieser Tatsache bewusst sind und ihr über die vorliegenden Nachbehandlungskonzepte hinaus Rechnung tragen, konnte nicht abschließend beschrieben werden.

Darüber hinaus stellen sich Calcaneusfrakturen auch oftmals als intraartikuläre Frakturen des Subtalgelenks dar, weshalb insgesamt die Frage nach der besten Nachbehandlung für Calcaneusfrakturen nach einer konservativen oder operativen Primärversorgung von großem Interesse ist. Zwei Drittel der eingeschlossenen Institutionen verfügen über ein Nachbehandlungskonzept für Calcaneusfrakturen, wobei nur ein Drittel ein Nachbehandlungskonzept speziell für eine operative Primärversorgung zur Verfügung stellt. In Bezug auf die freigegebene Belastung verhalten sich die meisten Einrichtungen übereinstimmend eher vorsichtig. Dies zeigt sich in der Tatsache, dass die Mehrheit der Einrichtungen für allgemeine Nachbehandlungskonzepte auch noch in Woche 6 nach Operation oder Trauma lediglich eine Teilbelastung empfiehlt und für Nachbehandlungskonzepte speziell für eine operative Versorgung sogar nur 55% der Protokolle eine Empfehlung lediglich

zur Teilbelastung in Woche 6 nach der Operation aussprechen. In Bezug auf die Frage nach dem Grad der Immobilisierung nach Operation oder Trauma sprechen sich die Einrichtung sehr einheitlich für eine sofortige, vollständige Immobilisierung aus. Interessanterweise bevorzugen zwei Einrichtungen eine Immobilisierung in 10° Plantar-Flexion für die vollständigen 6 Wochen, während die Mehrzahl der Einrichtungen im Verlauf der Nachbehandlung in eine Freigabe der Beweglichkeit im Rahmen einer begrenzten ROM (-10°/+10°) übergeht. Aktuelle Studien beschreiben im Vergleich dazu Protokolle für eine frühzeitige Mobilisierung mit Teilbelastung während der ersten 6 (Su et al. 2014; Rammelt et al. 2004) postoperativen Wochen und eine Teilbelastung während der erst 12 Wochen für konservativ versorgte Calcaneusfrakturen (Griffin et al. 2014). Allerdings liegen keine aktuellen Studien oder Metaanalysen vor, die die verschiedenen Nachbehandlungskonzepte für Calcaneusfrakturen hinsichtlich des Outcomes vergleichen.

Das Ziel aller Nachbehandlungs- und Rehabilitationskonzepte für Rückfußfrakturen und Sprunggelenksluxationsfrakturen stellt ein möglichst rascher biologischer und biomechanischer Heilungsprozess von Knochenstrukturen und Weichteilgewebe dar. Weitere Nachforschungen wie die von Hunt (Hunt et al. 2014) veröffentlichte Studie sind notwendig, um vor allem biomechanische Auswirkungen des Einsatzes verschiedener Orthesen zu untersuchen. Diese Studie zeigt, dass im Moment aufgrund zu vieler offener Diskussionspunkte und zu wenig klarer Datenlage keine deutliche Einigkeit bezüglich spezifischer, definierter Richtlinien für eine Nachbehandlung von Rückfußfrakturen und Sprunggelenksluxationsfrakturen besteht.

Vergleichbar mit den Achillessehnenverletzungen spielen auch für diesen Bereich patientenbezogene Faktoren eine wesentliche Rolle in Bezug auf eine erfolgreiche Rehabilitation. So verfügen nicht alle Patienten über dieselben körperlichen Voraussetzungen und eine entsprechende Compliance um den Vorgaben des Nachbehandlungskonzeptes Folge leisten zu können. Darüber hinaus unterscheiden sich auch die jeweilige Knochenqualität und die damit verbundene Regenerationsfähigkeit der Fraktur, sowie Komorbiditäten mit Einfluss auf die Weichteilregeneration, wie unter anderen Diabetes Mellitus. Diese Unterschiede müssen in Betracht gezogen werden, um eine möglichst optimale individuell angepasste Nachbehandlung zu erreichen. Daher ist verständlich, dass es kein

einheitliches Protokoll für alle Patienten geben kann, das alle Eventualitäten umfasst. Doch wäre auch für Sprunggelenksluxationsfrakturen und Rückfußfrakturen ein standardisiertes Nachbehandlungskonzept als grundlegende Richtlinie entscheidend, um auf dieser aufbauend individuell angepasste Rehabilitationsstrategien entwickeln zu können.

6.3 Fazit

Diese Studie zeigt auf der einen Seite, dass die vorliegenden Nachbehandlungskonzepte für Achillessehnenrupturen in manchen Punkten eine gewisse Übereinstimmung aufweisen. So lässt sich beispielsweise eine sehr ähnliche Tendenz in den Empfehlungen zur Belastung für operativ und konservativ versorgte Achillessehnenrupturen darlegen. Auf der anderen Seite kann allerdings im Hinblick auf die weiteren Empfehlungen für Tragdauer der Orthese, Belastung, Beweglichkeit und Physiotherapie im Verlauf keine klare Übereinstimmung festgehalten werden und es lassen sich teilweise doch deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Einrichtungen nachweisen. Zwar lässt sich für die Belastung ein Trend in Richtung frühzeitiger funktioneller Nachbehandlung feststellen, da kein Protokoll eine vollständige anfängliche Entlastung nahe legt. Allerdings muss dieser Eindruck für die Freigabe der Beweglichkeit wieder revidiert werden, denn die Einführung einer ROM spielt für die meisten Protokolle lediglich eine untergeordnete Rolle. Ein klarer Konsensus hinsichtlich der Umsetzung einer in der Literatur nahegelegten frühzeitigen, funktionellen Nachbehandlung kann somit nicht nachgewiesen werden.

Für Sprunggelenksluxationsfrakturen ergibt sich ein ähnliches Bild. Einerseits besteht in gewissen Bereichen der Nachbehandlung eine erkennbare Übereinstimmung, denn gerade für die Empfehlungen hinsichtlich der Freigabe der Beweglichkeit lässt sich ein klarer Trend festhalten. So legte eine Mehrzahl der Protokolle dieser Studie für eine konservative und operative Nachbehandlung übereinstimmend eine Immobilisierung lediglich für den Zeitraum unmittelbar nach der Verletzung oder Operation und eine dann im Verlauf zunehmende ROM bis hin zu Woche 6 nahe. Auch die Empfehlungen für Wahl der Orthese und die Tragdauer der Orthese fielen im Wesentlichen übereinstimmend aus. Auf der anderen Seite kann allerdings vor allem im Hinblick auf die weiteren Empfehlungen für die Entwicklung der Belastung, keine klare Übereinstimmung festgehalten werden und es lassen sich analog zu den

Achillessehnenverletzungen teilweise noch deutliche Unterschiede für bestimmte Punkte der Nachbehandlung zwischen den einzelnen Einrichtungen nachweisen. Somit lässt sich auch kein klarer Standard ableiten. Während für die Sprunggelenksluxationsfrakturen kaum ein Unterschied zwischen einer operativen und konservativen Primärversorgung wahrzunehmen ist, kann eine deutliche Abgrenzung der Protokolle für eine operative Primärversorgung mit Stellschraube erfolgen. Denn als Ausdruck des Schutzes der Syndesmosen-Versorgung erfolgte hier die Freigabe der Belastung und Beweglichkeit wesentlich restriktiver.

Für Rückfußfrakturen empfiehlt ein Großteil der Einrichtungen relativ übereinstimmend eine eher zurückhaltende Vorgehensweise mit einer oftmals bis in Woche 6 beibehaltenen Empfehlung zur Teilbelastung. Insgesamt lässt sich hier festhalten, dass die Empfehlungen für Calcaneusfrakturen in allen Bereichen wesentlich konsistenter sind als für die Sprunggelenksfrakturen. So besteht nicht nur kaum ein Unterschied zwischen einer konservativen oder operativen Primärversorgung, sondern auch die Empfehlungen für Belastung und Beweglichkeit stimmen in weiten Teilen gut überein. Dennoch zeigte sich auch hier, dass immer noch einige Protokolle sehr unterschiedliche Strategien verfolgen und von der Mehrheit deutlich abweichen.

Um die Patientenversorgung in all diesen Bereichen weiter zu verbessern und die Nachbehandlung in Bezug auf Achillessehnenrupturen, Sprunggelenksluxationsfrakturen und Rückfußfrakturen zu optimieren, werden weiterführende klinische sowie biomechanische Studien und ein vermehrter und nachhaltiger Transfer entsprechender wissenschaftlicher Ergebnisse in die klinische Routine benötigt. Diese Arbeit kann als Basis für entsprechende prospektive randomisierte kontrollierte Studien dienen.

6.4 Limitationen

Der retrospektive Charakter des Studiendesigns stellt sicherlich eine Limitation dieser Studie dar. Denn aus den Daten des vorliegenden Datensatzes lässt sich keine Aussage über das jeweilige Outcome der gewählten Strategie der Rehabilitation treffen. Darüber hinaus kann nicht überprüft oder validiert werden, dass die in den Einrichtungen vorliegenden Nachbehandlungskonzepte auch in dieser Form klinisch

umgesetzt werden und inwiefern sich weitere an der Nachbehandlung beteiligte Einrichtungen und Personen am Nachbehandlungskonzept der primärversorgenden Einrichtung orientieren.

Es war allerdings primär das Ziel, lediglich eine Momentaufnahme der tatsächlich in der klinischen Praxis angewandten Konzepte zu erstellen. Dafür lag eine einzigartig umfangreiche Datensammlung über ein Thema vor, das selten publiziert wird. Diese Studie soll somit neben der eigentlichen Analyse auch eine Grundlage und einen Anstoß für weiterführende Studien schaffen, die sich mit dem Outcome der einzelnen Nachbehandlungskonzepte auseinandersetzen.

7 Literaturverzeichnis

1. American Orthopaedic Foot and Ankle Society: Treatments of the ankle, Treatments of the heel, Treatments of the midfoot. Online verfügbar unter www.aofas.org/.
2. Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen: AO Surgery Reference. Online verfügbar unter www.aosurgery.org.
3. Barnes, Hayley; Cannada, Lisa K.; Watson, J. Tracy (2014): A clinical evaluation of alternative fixation techniques for medial malleolus fractures. In: *Injury* 45 (9), S. 1365–1367. DOI: 10.1016/j.injury.2014.05.031.
4. Berlusconi, M.; Busnelli, L.; Chiodini, F.; Portinaro, N. (2014): To fix or not to fix? The role of fibular fixation in distal shaft fractures of the leg. In: *Injury* 45 (2), S. 408–411. DOI: 10.1016/j.injury.2013.09.017.
5. Black, J. D. J.; Bhavikatti, M.; Al-Hadithy, N.; Hakmi, A.; Kitson, J. (2013): Early weight-bearing in operatively fixed ankle fractures: a systematic review. In: *Foot (Edinburgh, Scotland)* 23 (2-3), S. 78–85. DOI: 10.1016/j.foot.2013.05.002.
6. Brumann, Mareen; Baumbach, Sebastian F.; Mutschler, Wolf; Polzer, Hans (2014): Accelerated rehabilitation following Achilles tendon repair after acute rupture - Development of an evidence-based treatment protocol. In: *Injury* 45 (11), S. 1782–1790. DOI: 10.1016/j.injury.2014.06.022.
7. Carden, D. G.; Noble, J.; Chalmers, J.; Lunn, P.; Ellis, J. (1987): Rupture of the calcaneal tendon. The early and late management. In: *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 69 (3), S. 416–420.
8. Chummun, Shaheel; Wright, Thomas C.; Chapman, Thomas W. L.; Khan, Umraz (2015): Outcome of the management of open ankle fractures in an ortho-plastic specialist centre. In: *Injury* 46 (6), S. 1112–1115. DOI: 10.1016/j.injury.2014.12.017.
9. Claessen, Femke M. A. P.; Vos, Robert-Jan de; Reijman, Max; Meuffels, Duncan E. (2014): Predictors of primary Achilles tendon ruptures. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 44 (9), S. 1241–1259. DOI: 10.1007/s40279-014-0200-z.
10. Costa, M. L.; MacMillan, K.; Halliday, D.; Chester, R.; Shepstone, L.; Robinson, A. H. N.; Donell, S. T. (2006): Randomised controlled trials of immediate weight-

bearing mobilisation for rupture of the tendo Achillis. In: *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 88 (1), S. 69–77. DOI: 10.1302/0301-620X.88B1.16549.

11. Court-Brown, Charles M.; Bugler, Kate E.; Clement, Nicholas D.; Duckworth, Andrew D.; McQueen, Margaret M. (2012): The epidemiology of open fractures in adults. A 15-year review. In: *Injury* 43 (6), S. 891–897. DOI: 10.1016/j.injury.2011.12.007.

12. Ecker, Timo M.; Bremer, Anne K.; Krause, Fabian G.; Muller, Thorsten; Weber, Martin (2016): Prospective Use of a Standardized Nonoperative Early Weightbearing Protocol for Achilles Tendon Rupture: 17 Years of Experience. In: *The American journal of sports medicine* 44 (4), S. 1004–1010. DOI: 10.1177/0363546515623501.

13. Gennis, Elisabeth; Koenig, Scott; Rodericks, Deirdre; Otlans, Peters; Tornetta, Paul 3rd (2015): The Fate of the Fixed Syndesmosis Over Time. In: *Foot & ankle international* 36 (10), S. 1202–1208. DOI: 10.1177/1071100715588186.

14. Gillies, H.; Chalmers, J. (1970): The management of fresh ruptures of the tendo achillis. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 52 (2), S. 337–343.

15. Griffin, Damian; Parsons, Nick; Shaw, Ewart; Kulikov, Yuri; Hutchinson, Charles; Thorogood, Margaret; Lamb, Sarah E. (2014): Operative versus non-operative treatment for closed, displaced, intra-articular fractures of the calcaneus: randomised controlled trial. In: *BMJ (Clinical research ed.)* 349, g4483.

16. Groetelaers, Rene P. T. G. C.; Janssen, Loes; van der Velden, Jolanda; Wieland, Arvid W. J.; Amendt, Angelique G. F. M.; Geelen, Peter H. J.; Janzing, Heinrich M. J. (2014): Functional Treatment or Cast Immobilization After Minimally Invasive Repair of an Acute Achilles Tendon Rupture: Prospective, Randomized Trial. In: *Foot & ankle international* 35 (8), S. 771–778. DOI: 10.1177/1071100714536167.

17. Gruber J, Giza E, Zachazewski J, Mandelbaum (2013): Achilles tendon repair and rehabilitation. In: Maxey L, Magnusson J (eds) Rehabil. Postsurgical Orthop. Patient, 3rd ed. Else vier/ Mosby, St. Louis, pp 554–578.

18. Haggmark, T.; Eriksson, E. (1979): Hypotrophy of the soleus muscle in man after achilles tendon rupture. Discussion of findings obtained by computed tomography and morphologic studies. In: *The American journal of sports medicine* 7 (2), S. 121–126. DOI: 10.1177/036354657900700208.

19. Holm, C.; Kjaer, M.; Eliasson, P. (2015): Achilles tendon rupture--treatment and complications: a systematic review. In: *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 25 (1), e1-10. DOI: 10.1111/sms.12209.
20. Huang, Jiazhang; Wang, Chen; Ma, Xin; Wang, Xu; Zhang, Chao; Chen, Li (2015): Rehabilitation regimen after surgical treatment of acute Achilles tendon ruptures: a systematic review with meta-analysis. In: *The American journal of sports medicine* 43 (4), S. 1008–1016. DOI: 10.1177/0363546514531014.
21. Hunt, Kenneth J.; Goeb, Yannick; Esparza, Rolando; Malone, Maria; Shultz, Rebecca; Matheson, Gordon (2014): Site-specific loading at the fifth metatarsal base in rehabilitative devices: implications for Jones fracture treatment. In: *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation* 6 (11), 1022-9; quiz 1029. DOI: 10.1016/j.pmrj.2014.05.011.
22. Jackson, Gillian; Sinclair, Victoria F.; McLaughlin, Charles; Barrie, James (2013): Outcomes of functional weight-bearing rehabilitation of Achilles tendon ruptures. In: *Orthopedics* 36 (8), e1053-9. DOI: 10.3928/01477447-20130724-23.
23. Jiang, Nan; Wang, Bowei; Chen, Anfu; Dong, Fu; Yu, Bin (2012): Operative versus nonoperative treatment for acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis based on current evidence. In: *International orthopaedics* 36 (4), S. 765–773. DOI: 10.1007/s00264-011-1431-3.
24. Jielile, Jiasharete; Badalihan, Ayinazi; Qianman, Bayixiati; Satewalede, Tuerde; Wuerliebieke, Jianati; Kelamu, Mailamuguli; Jialihasi, Ayidaer (2016): Clinical outcome of exercise therapy and early post-operative rehabilitation for treatment of neglected Achilles tendon rupture: a randomized study. In: *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA* 24 (7), S. 2148–2155. DOI: 10.1007/s00167-015-3598-4.
25. Kangas, Jarmo; Pajala, Ari; Siira, Pertti; Hamalainen, Martti; Leppilahti, Juhana (2003): Early functional treatment versus early immobilization in tension of the musculotendinous unit after Achilles rupture repair: a prospective, randomized, clinical study. In: *The Journal of trauma* 54 (6), 1171-80; discussion 1180-1. DOI: 10.1097/01.TA.0000047945.20863.A2.
26. Kearney, Rebecca S.; McGuinness, Katie R.; Achten, Juul; Costa, Matthew L. (2012): A systematic review of early rehabilitation methods following a rupture of the

Achilles tendon. In: *Physiotherapy* 98 (1), S. 24–32. DOI: 10.1016/j.physio.2011.04.349.

27. Keene, David J.; Williamson, Esther; Bruce, Julie; Willett, Keith; Lamb, Sarah E. (2014): Early ankle movement versus immobilization in the postoperative management of ankle fracture in adults: a systematic review and meta-analysis. In: *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 44 (9), 690-701, C1-7. DOI: 10.2519/jospt.2014.5294.

28. Khan, Karim; Cook, Jill (2003): The painful nonruptured tendon: clinical aspects. In: *Clinics in sports medicine* 22 (4), S. 711–725.

29. Khan, Riaz J. K.; Fick, Dan; Keogh, Angus; Crawford, John; Brammar, Tim; Parker, Martyn (2005): Treatment of acute achilles tendon ruptures. A meta-analysis of randomized, controlled trials. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 87 (10), S. 2202–2210. DOI: 10.2106/JBJS.D.03049.

30. Lea, R. B.; Smith, L. (1972): Non-surgical treatment of tendo achillis rupture. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 54 (7), S. 1398–1407.

31. Lin, Chung-Wei Christine; Donkers, Nicole A. J.; Refshauge, Kathryn M.; Beckenkamp, Paula R.; Khera, Kriti; Moseley, Anne M. (2012): Rehabilitation for ankle fractures in adults. In: *The Cochrane database of systematic reviews* 11, CD005595. DOI: 10.1002/14651858.CD005595.pub3.

32. Lopes, Alexandre Dias; Hespanhol Junior, Luiz Carlos; Yeung, Simon S.; Costa, Leonardo Oliveira Pena (2012): What are the main running-related musculoskeletal injuries? A Systematic Review. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 42 (10), S. 891–905. DOI: 10.2165/11631170-000000000-00000.

33. Maffulli, Nicola; Wong, Jason; Almekinders, Louis C. (2003): Types and epidemiology of tendinopathy. In: *Clinics in sports medicine* 22 (4), S. 675–692.

34. Mark-Christensen, Troels; Troelsen, Anders; Kallemose, Thomas; Barfod, Kristoffer Weisskirchner (2016): Functional rehabilitation of patients with acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis of current evidence. In: *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA* 24 (6), S. 1852–1859. DOI: 10.1007/s00167-014-3180-5.

35. McCormack, R.; Bovard, J. (2015): Early functional rehabilitation or cast immobilisation for the postoperative management of acute Achilles tendon rupture? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. In: *British journal of sports medicine* 49 (20), S. 1329–1335. DOI: 10.1136/bjsports-2015-094935.
36. Mortensen, H. M.; Skov, O.; Jensen, P. E. (1999): Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. A prospective, randomized clinical and radiographic study. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 81 (7), S. 983–990.
37. Nilsson-Helander, Katarina; Silbernagel, Karin Gravare; Thomee, Roland; Faxen, Eva; Olsson, Nicklas; Eriksson, Bengt I.; Karlsson, Jon (2010): Acute achilles tendon rupture: a randomized, controlled study comparing surgical and nonsurgical treatments using validated outcome measures. In: *The American journal of sports medicine* 38 (11), S. 2186–2193. DOI: 10.1177/0363546510376052.
38. Olsson, Nicklas; Silbernagel, Karin Gravare; Eriksson, Bengt I.; Sansone, Mikael; Brorsson, Annelie; Nilsson-Helander, Katarina; Karlsson, Jon (2013): Stable surgical repair with accelerated rehabilitation versus nonsurgical treatment for acute Achilles tendon ruptures: a randomized controlled study. In: *The American journal of sports medicine* 41 (12), S. 2867–2876. DOI: 10.1177/0363546513503282.
39. Osarumwense, Donald; Wright, Jonathan; Gardner, Kikachukwu; James, Laurence (2013): Conservative treatment for acute Achilles tendon rupture: survey of current practice. In: *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)* 21 (1), S. 44–46. DOI: 10.1177/230949901302100112.
40. Ovaska, Mikko T.; Madanat, Rami; Honkamaa, Maija; Makinen, Tatu J. (2015): Contemporary demographics and complications of patients treated for open ankle fractures. In: *Injury* 46 (8), S. 1650–1655. DOI: 10.1016/j.injury.2015.04.015.
41. Palmes, D.; Spiegel, H. U.; Schneider, T. O.; Langer, M.; Stratmann, U.; Budny, T.; Probst, A. (2002): Achilles tendon healing: long-term biomechanical effects of postoperative mobilization and immobilization in a new mouse model. In: *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society* 20 (5), S. 939–946. DOI: 10.1016/S0736-0266(02)00032-3.

42. Porter, David A.; Barnes, Adam F.; Rund, Angela M.; Kaz, Ari J.; Tyndall, James A.; Millis, Andrew A. (2014): Acute achilles tendon repair: strength outcomes after an acute bout of exercise in recreational athletes. In: *Foot & ankle international* 35 (2), S. 123–130. DOI: 10.1177/1071100713514228.
43. Porter, Mark D.; Shadbolt, Bruce (2015): Randomized controlled trial of accelerated rehabilitation versus standard protocol following surgical repair of ruptured Achilles tendon. In: *ANZ journal of surgery* 85 (5), S. 373–377. DOI: 10.1111/ans.12910.
44. Rammelt, Stefan; Amlang, Michael; Barthel, Sven; Zwipp, Hans (2004): Minimally-invasive treatment of calcaneal fractures. In: *Injury* 35 Suppl 2, SB55-63. DOI: 10.1016/j.injury.2004.07.012.
45. Rantanen, J.; Hurme, T.; Kalimo, H. (1999): Calf muscle atrophy and Achilles tendon healing following experimental tendon division and surgery in rats. Comparison of postoperative immobilization of the muscle-tendon complex in relaxed and tensioned positions. In: *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 9 (1), S. 57–61.
46. Rantanen, J.; Hurme, T.; Paananen, M. (1993): Immobilization in neutral versus equinus position after Achilles tendon repair. A review of 32 patients. In: *Acta orthopaedica Scandinavica* 64 (3), S. 333–335.
47. Riley, G. (2004): The pathogenesis of tendinopathy. A molecular perspective. In: *Rheumatology (Oxford, England)* 43 (2), S. 131–142. DOI: 10.1093/rheumatology/keg448.
48. Saleh, M.; Marshall, P. D.; Senior, R.; MacFarlane, A. (1992): The Sheffield splint for controlled early mobilisation after rupture of the calcaneal tendon. A prospective, randomised comparison with plaster treatment. In: *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 74 (2), S. 206–209.
49. Smart GW, Taunton JE, Clement DB (1980): Achilles tendon disorders in runners—a review. In: *Med Sci Sports Exerc.*
50. Smeeing, Diederik P. J.; Houwert, Roderick M.; Briet, Jan Paul; Kelder, Johannes C.; Segers, Michiel J. M.; Verleisdonk, Egbert Jan M. M. et al. (2015): Weight-bearing and mobilization in the postoperative care of ankle fractures: a systematic review and

meta-analysis of randomized controlled trials and cohort studies. In: *PloS one* 10 (2), e0118320. DOI: 10.1371/journal.pone.0118320.

51. Smith, Toby O.; Davies, Leigh (2008): When Should Open Reduction and Internal Fixation Ankle Fractures Begin Weight Bearing? A Systematic Review. In: *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society* 34 (1), S. 69–76. DOI: 10.1007/s00068-007-6111-z.

52. Soroceanu, Alexandra; Sidhwa, Feroze; Aarabi, Shahram; Kaufman, Annette; Glazebrook, Mark (2012): Surgical versus nonsurgical treatment of acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis of randomized trials. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 94 (23), S. 2136–2143. DOI: 10.2106/JBJS.K.00917.

53. Sorrenti, Samiul J. (2006): Achilles tendon rupture: effect of early mobilization in rehabilitation after surgical repair. In: *Foot & ankle international* 27 (6), S. 407–410. DOI: 10.1177/107110070602700603.

54. Stockle, U.; Konig, B.; Tempka, A.; Sudkamp, N. P. (2000): Gipsruhigstellung versus Vakuumstutzsystem. Fruhfunktionelle Ergebnisse nach Osteosynthese von Sprunggelenksfrakturen. In: *Der Unfallchirurg* 103 (3), S. 215–219.

55. Su, Yanling; Chen, Wei; Zhang, Qi; Liu, Song; Zhang, Tao; Zhang, Yingze (2014): Bony destructive injuries of the calcaneus: long-term results of a minimally invasive procedure followed by early functional exercise: a retrospective study. In: *BMC surgery* 14, S. 19. DOI: 10.1186/1471-2482-14-19.

56. Suchak, Amar A.; Spooner, Carol; Reid, David C.; Jomha, Nadr M. (2006): Postoperative rehabilitation protocols for Achilles tendon ruptures: a meta-analysis. In: *Clinical orthopaedics and related research* 445, S. 216–221. DOI: 10.1097/01.blo.0000203458.05135.74.

57. Weening, Brad; Bhandari, Mohit (2005): Predictors of functional outcome following transsyndesmotric screw fixation of ankle fractures. In: *Journal of orthopaedic trauma* 19 (2), S. 102–108.

58. Weinreb, Jeffrey H.; Sheth, Chirag; Apostolakos, John; McCarthy, Mary-Beth; Barden, Benjamin; Cote, Mark P.; Mazzocca, Augustus D. (2014): Tendon structure, disease, and imaging. In: *Muscles, ligaments and tendons journal* 4 (1), S. 66–73.

59. Williams JGP (1986): Achilles tendon lesions in sport. In: *Sports Med.*

60. Wills, C. A.; Washburn, S.; Caiozzo, V.; Prietto, C. A. (1986): Achilles tendon rupture. A review of the literature comparing surgical versus nonsurgical treatment. In: *Clinical orthopaedics and related research* (207), S. 156–163.
61. Young, Simon W.; Patel, Alpesh; Zhu, Mark; van Dijck, Stephanie; McNair, Peter; Bevan, Wesley P.; Tomlinson, Matthew (2014): Weight-Bearing in the Nonoperative Treatment of Acute Achilles Tendon Ruptures: A Randomized Controlled Trial. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 96 (13), S. 1073–1079. DOI: 10.2106/JBJS.M.00248.
62. Yousri, Taher; Jackson, Mark (2015): Ankle fractures: When can I drive, doctor? A simulation study. In: *Injury* 46 (2), S. 399–404. DOI: 10.1016/j.injury.2014.10.041.

8 Danksagung

Mein Dank richtet sich in erster Linie an meine Familie, die mir mit viel Geduld und Verständnis die Ausarbeitung der vorliegenden Arbeit ermöglicht hat. Des Weiteren gilt mein Dank den Freunden, auf deren Unterstützung ich im Verlauf dieser Arbeit vertrauen konnte. Im Speziellen danke ich PD Dr. med. Werner Krutsch und PD Dr. med. Christian Pfeifer für die wunderbare persönliche und fachliche Betreuung.

9 Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Burckhardt, Fabian
Geburtsdatum, Ort: 10.02.1990, München
Anschrift: Käthe-Kollwitz-Str. 60, 93055 Regensburg

Ausbildung:

| | |
|-------------|---|
| 2001-2009 | Albertus-Magnus-Gymnasium Regensburg, Abitur (Note 1,0) |
| 2009-2010 | Zivildienst in der IT-Abteilung des Krankenhauses der Barmherzigen Brüder Regensburg, Tätigkeitsfelder Hardware, Software, Helpdesk |
| 2010 - 2016 | Studium der Humanmedizin, Universität Regensburg |
| 09.2012 | Abschluss des Ersten Teils der Ärztlichen Prüfung (Physikum), Note „sehr gut“ |
| 11.2015 | Abschluss des schriftlichen Teils des zweiten Abschnitts der ärztlichen Prüfung, Note „sehr gut“ |
| 12.2016 | Abschluss des mündlichen Teils des zweiten Abschnitts der ärztlichen Prüfung, Note „sehr gut“ |

Praktische Erfahrungen:

| | |
|------------|--|
| 03/04.2013 | Famulatur in der Abteilung Anästhesie und operative Intensivmedizin des Krankenhauses der Barmherzigen Brüder Regensburg |
| 02/03.2014 | Famulatur in der Abteilung Radiologie des Bezirkskrankenhauses Lienz in Osttirol |
| 08/09.2014 | Famulatur im Bereich der Allgemeinmedizin in der Gemeinschaftspraxis Dr. med. A. Harlass-Neuking, Regensburg |
| 02/03.2015 | Famulatur in der Abteilung HNO des Bezirkskrankenhauses Lienz in Osttirol |

11.2015 - 03.2016 Erstes Tertial des praktischen Jahres im Fachbereich Anästhesie
und Intensivmedizin, Barmherzige Brüder Regensburg
03.2016 - 06.2016 Zweites Tertial des praktischen Jahres im Fachbereich Chirurgie,
Krankenhaus St. Josef Regensburg
06.2016 - 09.2016 Drittes Tertial des praktischen Jahres im Fachbereich Innere
Medizin, BKH Lienz
2010 - 2016 Werkstudent im Haema Plasmaspende Zentrum Regensburg

10 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel genutzt habe. Alle wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen habe ich als solche gekennzeichnet.

Ich versichere außerdem, dass ich die beigefügte Dissertation nur in diesem und keinem anderen Promotionsverfahren eingereicht habe und, dass diesem Promotionsverfahren keine endgültig gescheiterten Promotionsverfahren vorausgegangen sind.